COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS ET FILS, QUAI DES GRANDS-AUGUSTINS, 55.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PUBLIÉS,

CONFORMÉMENT A UNE DÉCISION DE L'ACADÉMIE

En date du 13 Juillet 1835,

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME CENT VINGT-QUATRIÈME.

JANVIER — JUIN 1897.

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS ET FILS, IMPRIMEURS-LIBRAIRES

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

Quai des Grands-Augustins, 55.

1897

ÉTAT DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

AU 1er JANVIER 1897.

SCIENCES MATHÉMATIQUES.

SECTION Ire. — *Géométrie.*

Messieurs :

HERMITE (Charles) (G. O. ✻).
JORDAN (Marie-Ennemond-Camille) (O. ✻).
DARBOUX (Jean-Gaston) (O. ✻).
POINCARÉ (Jules-Henri) (O. ✻).
PICARD (Charles-Émile) ✻.
APPELL (Paul-Émile) (O. ✻).

SECTION II. — *Mécanique.*

LÉVY (Maurice) (O. ✻).
BOUSSINESQ (Valentin-Joseph) ✻.
DEPREZ (Marcel) (O. ✻).
SARRAU (Jacques-Rose-Ferdinand-Émile) (C. ✻).
LÉAUTÉ (Henry) (O. ✻).
N. . . . .

SECTION III. — *Astronomie.*

FAYE (Hervé-Auguste-Étienne-Albans) (G. O. ✻).
JANSSEN (Pierre-Jules-César) (C. ✻).
LŒWY (Maurice) (C. ✻).
WOLF (Charles-Joseph-Étienne) (O. ✻).
CALLANDREAU (Pierre-Jean-Octave) ✻.
N. . . . .

SECTION IV. — *Géographie et Navigation.*

ABBADIE (Antoine-Thompson D') ✻.
BOUQUET DE LA GRYE (Jean-Jacques-Anatole) (C. ✻).
GRANDIDIER (Alfred) (O. ✻).
BUSSY (Marie-Anne-Louis DE) (G. O. ✻).
BASSOT (Jean-Léon-Antonin) (O. ✻).
GUYOU (Émile) (O. ✻).

SECTION V. — *Physique générale.*

Messieurs :

CORNU (Marie-Alfred) (O. ❊).
MASCART (Éleuthère-Élie-Nicolas) (C. ❊).
LIPPMANN (Gabriel) (O. ❊).
BECQUEREL (Antoine-Henri) ❊.
POTIER (Alfred) (O. ❊).
N. . . . .

SCIENCES PHYSIQUES.

SECTION VI. — *Chimie.*

FRIEDEL (Charles) (O. ❊).
TROOST (Louis-Joseph) (O. ❊).
SCHÜTZENBERGER (Paul) (O. ❊).
GAUTIER (Émile-Justin-Armand) (O. ❊).
MOISSAN (Henri) (O. ❊).
GRIMAUX (Louis-Édouard) (O. ❊).

SECTION VII. — *Minéralogie.*

DES CLOIZEAUX (Alfred-Louis-Olivier LEGRAND) O. ❊.
FOUQUÉ (Ferdinand-André) (O. ❊).
GAUDRY (Jean-Albert) (O. ❊).
HAUTEFEUILLE (Paul-Gabriel) ❊.
BERTRAND (Marcel) ❊.
LÉVY (Michel) (O. ❊).

SECTION VIII. — *Botanique.*

NAUDIN (Charles-Victor) ❊.
CHATIN (Gaspard-Adolphe) (O. ❊).
VAN TIEGHEM (Philippe-Édouard-Léon) (O. ❊ .
BORNET (Jean-Baptiste-Édouard) ❊.
GUIGNARD (Jean-Louis-Léon) ❊.
N. . . . .

Section IX. — *Économie rurale.*

Messieurs :

SCHLŒSING (Jean-Jacques-Théophile) (C. ✻).
CHAUVEAU (Jean-Baptiste-Auguste) (C. ✻).
DEHÉRAIN (Pierre-Paul) (O. ✻).
DUCLAUX (Pierre-Émile) (C. ✻).
GIRARD (Aimé) (O. ✻).
MUNTZ (Charles-Camille) (O. ✻).

Section X. — *Anatomie et Zoologie.*

BLANCHARD (Charles-Émile) (O. ✻).
LACAZE-DUTHIERS (Félix-Joseph-Henri DE) (C. ✻).
EDWARDS (Alphonse MILNE-) (O. ✻).
RANVIER (Louis-Antoine) ✻.
PERRIER (Jean-Octave-Edmond) (O. ✻).
N. . . . .

Section XI. — *Médecine et Chirurgie.*

MAREY (Étienne-Jules) (C. ✻).
BOUCHARD (Charles-Jacques) (C. ✻).
GUYON (Jean-Casimir-Félix) (O. ✻).
POTAIN (Pierre-Carl-Édouard) (C. ✻).
ARSONVAL (Arsène D') (O. ✻).
LANNELONGUE (Odilon-Marc) (O. ✻).

SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

BERTRAND (Joseph-Louis-François) (G. O. ✻), pour les Sciences mathématiques.

BERTHELOT (Marcelin-Pierre-Eugène) (G. C. ✻), pour les Sciences physiques.

ACADÉMICIENS LIBRES.

Messieurs :

DAMOUR (Augustin-Alexis) (O. ✻).
FREYCINET (Charles-Louis DE SAULSES DE) (O. ✻).
HATON DE LA GOUPILLIÈRE (Julien-Napoléon) (C. ✻).
JONQUIÈRES (Vice-Amiral Jean-Philippe-Ernest DE FAUQUE DE) (G. O. ✻).
CAILLETET (Louis-Paul) (O. ✻).
BISCHOFFSHEIM (Raphaël-Louis) ✻.
BROUARDEL (Paul-Camille-Hippolyte) (C. ✻).
LAUSSEDAT (Aimé) (C. ✻).
CARNOT (Marie-Adolphe) (O. ✻).
ROUCHÉ (Eugène) (O. ✻).

ASSOCIÉS ÉTRANGERS.

KELVIN (Sir William Thomson, lord) à Glasgow (G. O. ✻).
BUNSEN (Robert-Wilhelm-Eberhard) (O. ✻), à Heidelberg.
LISTER (Sir John), à Londres.
NORDENSKIÖLD (Nils-Adolf-Érik, baron) (C. ✻).
WEIERSTRASS (Charles) ✻, à Berlin.
FRANKLAND (Edward), à Londres.
NEWCOMB (Simon) (O. ✻), à Washington.
N. . . . .

CORRESPONDANTS.

NOTA. — Le règlement du 6 juin 1808 donne à chaque Section le nombre de Correspondants suivant.

SCIENCES MATHÉMATIQUES.

SECTION Ire. — *Géométrie* (6).

SYLVESTER (James-Joseph) (O. ✻), à Oxford.
BRIOSCHI (François) (C. ✻), à Milan.
SALMON (George), à Dublin.
SOPHUS LIE ✻, à Leipzig.
FUCHS (Immanuel-Lazarus), à Berlin.
SCHWARTZ (Hermann-Amandus), à Grünewald, près Berlin.

Messieurs :

Section II. — *Mécanique* (6).

BELTRAMI (Eugène), à Rome.
SIRE (Georges-Étienne) ✻, à Besançon.
CONSIDÈRE (Armand-Gabriel) ✻, à Quimper.
AMSLER (Jacob), à Schaffhouse.
VALLIER (Frédéric-Marie-Emmanuel), ✻, à Lorient.
RIGGENBACH (Nicolas), ✻, à Olten (Suisse).

Section III. — *Astronomie* (16).

STRUVE (Otto-Wilhelm) (C. ✻), à Poulkova.
LOCKYER (Joseph-Norman), à Londres.
HUGGINS (William), à Londres.
STEPHAN (Jean-Marie-Édouard), (O. ✻), à Marseille.
HALL (Asaph) ✻, à Washington.
SCHIAPARELLI (Jean-Virginius), à Milan.
LANGLEY (Samuel), à Washington.
AUWERS (Arthur), à Berlin.
RAYET (Georges-Antoine-Pons) (O. ✻), à Bordeaux.
PERROTIN (Henri-Joseph-Anastase) ✻, à Nice.
BACKLUND (Oscar), à Poulkova.
GILL (David), au Cap de Bonne-Espérance.
VAN DE SANDE BAKHUYZEN (O. ✻), à Leyde.
CHRISTIE (William-Henry), à Greenwich (Angleterre).
N. . . . .

Section IV. — *Géographie et Navigation* (8).

RICHARDS (le Vice-Amiral George-Henry), à Londres.
DAVID (Abbé Armand) ✻, missionnaire en Chine.
TEFFÉ (le baron DE), à Rio-de-Janeiro.
SERPA PINTO (Alexandre-Albert DA ROCHA DE), ✻, à Lisbonne.
GRIMALDI (Albert-Honoré-Charles) (G. C. ✻), prince souverain de Monaco, à Monaco.
MANEN (Eugène-Hippolyte-Léopold-Marie) (C. ✻), à Fleury (Seine-et-Oise), et à Paris.
TILLO (Alexis DE) (C. ✻), à Saint-Pétersbourg.
NANSEN (Fridt-Jof), à Bergen (Norvège).

Section V. — *Physique générale* (9).

Messieurs :

STOKES (George-Gabriel), à Cambridge.
CROVA (André-Prosper-Paul) ❋, à Montpellier.
RAYLEIGH (John-William, Baron) (O. ❋), à Essex.
AMAGAT (Émile-Hilaire) ❋, à Bourg.
RAOULT (François-Marie) (O. ❋), à Grenoble.
ROWLAND (Henry-Augustin) (O ❋), à Baltimore.
WIEDEMANN (Gustave-Henri) (O. ❋), à Leipzig.
BICHAT (Ernest-Adolphe) ❋, à Nancy.
BLONDLOT (René-Prosper) ❋, à Nancy.

SCIENCES PHYSIQUES.

Section VI. — *Chimie* (9).

WILLIAMSON (Alexander-Williams), à Londres.
LECOQ DE BOISBAUDRAN (Paul-Émile dit François) ❋, à Cognac.
REBOUL (Pierre-Edmond) (O. ❋), à Marseille.
BAEYER (Adolf DE), à Munich.
HALLER (Albin) ❋, à Nancy.
ROSCOÉ (Sir Henry-Enfield) (O. ❋), à Londres.
CANNIZZARO (Stanislas) (O. ❋), à Rome.
RAMSAY (William) (O. ❋), à Londres.
N. . . . .

Section VII. — *Minéralogie* (8).

HALL (James) ❋, à Albany.
GOSSELET (Jules-Auguste-Alexandre) ❋, à Lille.
SUESS (Édouard), à Vienne.
POMEL (Nicolas-Auguste) ❋, à Alger.
GEIKIE (Archibald), à Londres.
RICHTHOFEN (Ferdinand-Freihew VON), à Berlin.
MATHERON (Pierre-Philippe-Émile), à Marseille.
N. . . . .

Section VIII. — *Botanique* (10).

Messieurs :

Hooker (Sir Jos. Dalton), à Kew, près Londres.
Clos (Dominique) ✻, à Toulouse.
Sirodot (Simon) (O. ✻), à Rennes.
Grand'Eury (François-Cyrille) ✻, à Saint-Étienne.
Agardh (Jacob-Georg), à Lund.
Millardet (Alexis) ✻, à Bordeaux.
Masters (Maxwel-Tylden), à Londres.
Treub (Melchior) ✻, à Buitenzorg, près Batavia (Java).
Cohn (Ferdinand), à Breslau.
N. . . . .

Section IX. — *Économie rurale* (10).

Marès (Henri-Pierre-Louis) ✻, à Montpellier.
Lawes (John-Bennet), à Rothamsted, Saint-Albans station (Herfortshire).
Demontzey (Gabriel-Louis-Prosper) (O. ✻), à Aix.
Gilbert (Joseph-Henry), à Rothamsted, Saint-Albans station (Herfortshire).
Lechartier (Georges-Vital), à Rennes.
Houzeau (Auguste) (O. ✻), à Rouen.
Arloing (Saturnin) (O. ✻), à Lyon.
Pagnoul (Aimé), à Arras.
N. . . . .
N. . . . .

Section X. — *Anatomie et Zoologie* (10).

Steenstrup (Johannes-Japetus-Smith), à Copenhague.
Agassiz (Alexandre) (O. ✻), à Cambridge (États-Unis).
Fabre (Jean-Henri) ✻, à Sérignan (Vaucluse).
Marion (Antoine-Fortuné) ✻, à Marseille.
Kowalewski (Alexandre), à Saint-Pétersbourg.
Flower (Sir William-Henry), à Londres.
Sabatier (Armand) ✻, à Montpellier.
Retzius (Gustave), à Stockholm.
Bergh (Ludwig-Rudolph-Sophus), à Copenhague.
N. . . . .

SECTION XI. — *Médecine et Chirurgie* (8).

Messieurs :

VIRCHOW (Rudolph) (C. ❄), à Berlin.
OLLIER (Louis-Xavier-Édouard-Léopold) (C. ❄), à Lyon.
THOLOZAN (Joseph-Désiré) (C. ❄), à Téhéran.
PAGET (Sir James), à Londres.
LÉPINE (Jacques-Raphaël) (O. ❄), à Lyon.
HERRGOTT (François-Joseph) (O. ❄), à Nancy.
LAVERAN (Louis-Charles-Alphonse) ❄, à Lille.
ENGELMANN (Théodor-Willhem), à Utrecht.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 4 JANVIER 1897,

PRÉSIDENCE DE M. A. CORNU.

RENOUVELLEMENT ANNUEL

DU BUREAU ET DE LA COMMISSION ADMINISTRATIVE.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Vice-Président, qui doit être choisi, cette année, dans l'une des Sections de Sciences mathématiques.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 54,

M. Wolf obtient.	50 suffrages,
M. C. Jordan	2 »
M. Maurice Lévy	2 »

M. Wolf, ayant obtenu la majorité absolue des suffrages, est élu Vice-Président pour l'année 1897.

L'Académie décide, que MM. **Bornet** et **Darboux**, récemment élus Membres de la Commission centrale administrative, continueront à faire partie de cette Commission pendant l'année 1897.

M. **A. Cornu**, Président sortant, fait connaître à l'Académie l'état où se trouve l'impression des Recueils qu'elle publie, et les changements survenus parmi les Membres et les Correspondants pendant le cours de l'année 1896.

État de l'impression des Recueils de l'Académie au 1er janvier 1897.

Volumes publiés.

Comptes rendus des séances de l'Académie. — Le Tome CXX (1er semestre 1895) et le Tome CXXI (2e semestre 1895) ont paru avec leurs Tables.

Mémoires présentés. — Un Mémoire de M. Julius Weingarten, intitulé : « Sur la déformation des surfaces » (*Savants étrangers*, t. XXXII, n° 5).

Un Mémoire de M. Bazin, intitulé : « Expériences nouvelles sur la distribution des vitesses dans les tuyaux » (*Savants étrangers*, t. XXXII, n° 6).

Changements survenus parmi les Membres depuis le 1er janvier 1896.

Membres décédés.

Section de Mécanique : M. **Resal**, décédé le 22 août.
Section d'Astronomie : M. **Tisserand**, décédé le 19 octobre.
Section de Physique générale : M. **Fizeau**, décédé le 18 septembre.
Section de Minéralogie : M. **Daubrée**, décédé le 29 mai.
Section de Botanique : M. **Trécul**, décédé le 15 octobre.
Section d'Économie rurale : M. **Reiset**, décédé le 5 février.
Section d'Anatomie et Zoologie : M. **Sappey**, décédé le 13 mars.

Membres élus.

Section de Minéralogie : M. **Marcel Bertrand**, le 13 janvier, en remplacement de M. Pasteur, décédé; M. **Michel Lévy**, le 23 novembre, en remplacement de M. Daubrée, décédé.

Section d'Économie rurale : M. **Muntz**, le 18 mai, en remplacement de M. Reiset, décédé.

Changements survenus parmi les Académiciens libres depuis le 1er janvier 1896.

Membre élu.

M. **Rouché**, le 27 janvier, en remplacement de M. le baron Larrey, décédé.

Membres à remplacer.

Section de Mécanique : M. **Resal**, décédé le 22 août.
Seetion d'Astronomie : M. **Tisserand**, décédé le 19 octobre.
Section de Physique générale : M. **Fizeau**, décédé le 18 septembre.
Section de Botanique : M. **Trécul**, décédé le 15 octobre.
Section d'Anatomie et Zoologie : M. **Sappey**, décédé le 13 mars.
Associé étranger : M. **Tchébichef**, décédé le 8 décembre 1894.

Changements survenus parmi les Correspondants depuis le 1er janvier 1896.

Correspondants décédés.

Section d'Astronomie : M. **Gyldén**, à Stockholm, décédé le 9 novembre; M. **Gould**, à Cambridge, décédé le 26 novembre.

Section de Chimie : M. **Kékulé**, à Bonn, décédé le 13 juillet.

Section de Minéralogie : M. **Prestwich**, à Shoreham, décédé en juin.

Section de Botanique : M. le baron **de Mueller**, à Melbourne, décédé en octobre.

Section d'Économie rurale : M. le marquis **de Menabrea**, à Rome, décédé le 25 mai.

Correspondants élus.

Section d'Astronomie : M. Gill, au Cap de Bonne-Espérance, le 22 juin, en remplacement de M. Cayley, décédé; M. Van de Sande Bakhuyzen, à Leyde, le 29 juin, en remplacement de M. Newcomb, élu Associé étranger, le 17 juin 1895; M. Christie, à Greenwich, le 6 juillet, en remplacement de M. Hind, décédé.

Correspondants à remplacer.

Section d'Astronomie : M. Gyldén, à Stockholm, décédé; M. Gould, à Cambridge, décédé.

Section de Chimie : M. Kékulé, à Bonn, décédé.

Section de Minéralogie : M. Prestwich, à Shoreham, décédé.

Section de Botanique : M. le baron de Mueller, à Melbourne, décédé.

Section d'Économie rurale : M. Hellriegel, à Bernburg, décédé; M. le marquis de Menabrea, à Rome, décédé.

Section d'Anatomie et Zoologie : M. Lovén, à Stockholm, décédé.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Effets de la variation combinée des deux facteurs de la dépense énergétique du muscle sur la valeur des échanges respiratoires, témoins de cette dépense, dans le cas de contraction statique. Confirmation des renseignements donnés par l'étude isolée de ces deux facteurs (poids de la charge, degré de raccourcissement du muscle) sur les rapports de la dépense avec la valeur de la force élastique qui en résulte;* par M. **A. Chauveau**, avec la collaboration de M. **J. Tissot**.

« L'étude isolée de la charge *soutenue* et du raccourcissement du muselc *sustenteur,* dans le cas de contraction statique, nous a démontré que la dépense énergétique, décelée par les échanges respiratoires, est proportionnelle, d'une part à la charge *soutenue,* d'autre part au degré de raccourcis-

sement du muscle *sustenteur* ([1]). D'où il résulte que, d'une manière générale, la dépense énergétique est proportionnelle au produit de ces deux facteurs, tout comme la force élastique créée par la dépense.

» On peut le démontrer directement en combinant, dans les expériences, les variations de la charge avec celles du raccourcissement musculaire. Ou bien les deux facteurs croissent simultanément, ou bien l'on fait croître l'un et décroître l'autre. Dans les deux cas, la valeur des échanges respiratoires doit se montrer proportionnelle au produit de ceux qui ont été constatés dans les expériences des deux séries simples. Les chiffres des moyennes ramenées à l'unité se prêtent très bien à l'établissement de cet étalon de proportionnalité, malgré une certaine contingence que la difficulté de réaliser constamment l'identité des conditions expérimentales attache nécessairement aux résultats d'où sont tirées ces moyennes. Telles qu'elles se présentent dans les premières expériences, ces moyennes donnent à la dépense énergétique les valeurs proportionnelles suivantes :

		Valeur proportionnelle des échanges supplémentaires dus au travail physiologique du muscle.			
		CO^2 exhalé.		O^2 absorbé.	
Variations du raccourcissement musculaire	$-20°$	(A)	1,00	(A′)	1,00
	0	(B)	1,31	(B′)	1,39
	+20	(C)	1,63	(C′)	1,58
Variations de la charge soutenue.	1666gr	(D)	1,0	(D′)	1,0
	3333	(E)	1,8	(E′)	1,7
	5000	(F)	2,7	(F′)	2,7

» Pour obtenir, avec ces chiffres, l'étalon théorique de la dépense dans le cas de variation simultanée de la charge soutenue et du raccourcissement du muscle sustenteur, il suffit de multiplier l'un par l'autre les deux facteurs que l'on fait intervenir. Par exemple, A et D donnent $1 \times 1 = 1$, C et F $1,63 \times 2,7 = 4,4$, etc. Les combinaisons diverses qui ont été mises en jeu seront indiquées plus loin, à propos de chacune des deux nouvelles séries d'expériences que nous avons à faire connaître.

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXIII, p. 1236; 28 décembre 1896.

Première série complémentaire. — *Charge et raccourcissement musculaire variant dans le même sens.*

» On a fait croître à la fois la charge et le raccourcissement, c'est-à-dire que la charge n° 1 (1666gr) a été soutenue avec la flexion — 20°, la charge n° 2 (3333gr) avec la flexion à angle droit, la charge n° 3 (5000gr) avec la flexion + 20°.

		CO^2 exhalé.	Excès de CO^2 dû au travail.	O^2 absorbé.	Excès de CO^2 dû au travail.	Quotient respiratoire.
A. Expérience n° 8 (juillet 1896).	Repos	629 cc	»	809 cc	»	77,7
	Soutien de la charge n° 1 à — 20°	686	57	890	81	77,1
	Repos	635	»	830	»	76,5
	Soutien de la charge n° 2 à 0°	833	198	1034	204	80,5
	Repos	649	»	859	»	76,5
	Soutien de la charge n° 3 à + 20°	1072	423	1210	351	88,6
B. Expérience n° 9 (juillet 1896).	Repos	807	»	1011	»	79,0
	Soutien de la charge n° 1 à — 20°	896	89	1103	92	81,3
	Repos	818	»	1032	»	79,5
	Soutien de la charge n° 2 à 0°	1073	255	1287	255	83,4
	Repos	785	»	973	»	80,9
	Soutien de la charge n° 3 à + 20°	1214	429	1373	400	88,4
C. Expérience n° 10 (juillet 1896).	Repos	593	»	787	»	75,1
	Soutien de la charge n° 1 à — 20°	665	72	847	60	78,5
	Repos	649	»	851	»	75,7
	Soutien de la charge n° 2 à 0°	853	204	1029	178	82,9
	Repos	584	»	768	»	76,8
	Soutien de la charge n° 3 à + 20°	962	378	1074	306	89,5
D. Suractivité des échanges pendant le travail. Moyennes des trois expériences de la série.	Soutien de la charge n° 1 à — 20°	»	73	»	78	»
	Soutien de la charge n° 2 à 0°	»	216	»	212	»
	Soutien de la charge n° 3 à + 20°	»	410	»	352	»
E. Moyennes rapportées à l'unité.	Soutien de la charge n° 1 à — 20°	»	1,0	»	1,0	»
	Soutien de la charge n° 2 à 0°	»	3,0	»	2,7	»
	Soutien de la charge n° 3 à + 20°	»	5,8	»	4,5	»

» Tels sont les résultats des expériences de cette nouvelle série. Pour en apprécier la portée, il convient d'établir théoriquement ce qui doit arriver de la dépense énergétique occasionnée par le soutien de la charge, quand celle-ci croît en même temps que le degré de raccourcissement du muscle. La valeur relative de cette dépense théorique est obtenue, suivant les indications données ci-dessus, en multipliant l'une par l'autre les dépenses inhérentes aux variations de la charge, d'une part, à celles du degré de raccourcissement musculaire, d'autre part.

		Valeur relative de la dépense dépendant du degré de raccourcissement musculaire.		Valeur relative de la dépense dépendant de la charge.		Valeur relative théorique de la double dépense liée à la valeur du raccourcissement et à celle de la charge.	Valeur relative de cette double dépense d'après les moyennes E des expériences précédentes.
Acide carbonique exhalé. Excès dû au travail.	Soutien de la charge n° 1 à −20°.	1	×	1	=	1,0	1,0
	» n° 2 à 0°.	1,31	×	1,8	=	2,4	3,0
	» n° 3 à +20°.	1,63	×	2,7	=	4,4	5,8
Oxygène absorbé. Excès dû au travail.	Soutien de la charge n° 1 à −20°.	1	×	1	=	1,0	1,0
	» n° 2 à 0°.	1,39	×	1,7	=	2,4	2,7
	» n° 3 à +20°.	1,58	×	2,7	=	4,3	4,5

» Un simple coup d'œil jeté sur les deux dernières colonnes de ce Tableau suffit à montrer que, dans cette nouvelle série d'expériences, la croissance des échanges respiratoires suit de très près, surtout en ce qui regarde le O^2 absorbé, la marche indiquée par les résultats combinés des expériences des deux séries simples, où sont étudiées à part l'influence du raccourcissement du muscle et celle de la charge. D'où la conclusion suivante :

» Conclusion de la première série d'expériences complémentaires. — *Quand la charge soutenue par le muscle et le raccourcissement de ce dernier croissent ensemble, les échanges respiratoires qui représentent l'énergie dépensée, c'est-à-dire l'oxygène absorbé et l'acide carbonique exhalé, croissent comme le produit de l'influence isolée du raccourcissement par celle de la charge.*

Deuxième série complémentaire. — *Charge et raccourcissement musculaire variant en sens inverse.*

» L'avant-bras supporte 1666gr (charge n° 1) sous l'angle de flexion +20°, 3333gr (charge n° 2) sous l'angle droit, 5000gr (charge n° 3) sous l'angle de flexion −20°.

		CO^2 exhalé.	Excès de CO^2 dû au travail.	O^2 absorbé.	Excès de O^2 dû au travail.	Quotient respiratoire.
A. Expérience n° 11 (juillet 1896).	Repos	767 cc	»	1075 cc	»	67,8
	Soutien de la charge n° 1 à + 20°	913	146	1250	175	73,0
	Repos	769	»	1035	»	74,3
	Soutien de la charge n° 2 à 0°	914	145	1205	170	75,9
	Repos	800	»	1141	»	70,1
	Soutien de la charge n° 3 à — 20°	1064	264	1335	194	79,1
B. Expérience n° 12. Sujet à jeun. (juillet 1896).	Repos	617	»	862	»	71,5
	Soutien de la charge n° 1 à + 20°	789	172	1035	173	76,2
	Repos	617	»	864	»	71,4
	Soutien de la charge n° 2 à 0°	824	207	1084	220	76,0
	Repos	693	»	950	»	72,9
	Soutien de la charge n° 3 à — 20°	991	298	1260	310	78,6
C. Moyenne de la suractivité des échanges pendant le travail.	Soutien de la charge n° 1 à + 20°	»	159	»	174	»
	Soutien de la charge n° 2 à 0°	»	203	»	201	»
	Soutien de la charge n° 3 à — 20°	»	264	»	240	»
D. Moyennes rapportées à l'unité.	Soutien de la charge n° 1 à + 20°	»	1,0	»	1,0	»
	Soutien de la charge n° 2 à 0°	»	1,3	»	1,2	»
	Soutien de la charge n° 3 à + 20°	»	1,7	»	1,4	»
E. Valeur calculée des moyennes rapportées à l'unité, d'après celles des expériences des séries simples.	Soutien de la ch. n° 1 à + 20°	CO^2($1 \times 1,63 = 1,63$) ou..	1,0	»	»	»
		O^2($1 \times 1,58 = 1,58$) ou..	»	»	1,0	»
	Soutien de la ch. n° 2 à 0°	CO^2($1,8 \times 1,31 = 2,36$) ou	1,4	»	»	»
		O^2($1,7 \times 1,39 = 2,36$) ou	»	»	1,5	»
	Soutien de la ch. n° 3 à — 20°	CO^2($2,7 \times 1 = 2,70$) ou...	1,7	»	»	»
		O^2($2,7 \times 1 = 2,70$) ou...	»	»	1,7	»

» De même que dans le cas précédent, la comparaison des moyennes calculées avec les moyennes réelles montre que celles-ci répondent très sensiblement aux prévisions théoriques, surtout, cette fois, en ce qui concerne l'acide carbonique exhalé. Il en résulte que la conclusion suivante s'impose :

» CONCLUSION DE LA DEUXIÈME SÉRIE D'EXPÉRIENCES COMPLÉMENTAIRES. — *Quand la charge soutenue et le raccourcissement du muscle sustenteur varient en sens inverse, les échanges respiratoires qui représentent l'énergie dépensée, c'est-à-dire l'oxygène absorbé et l'acide carbonique exhalé, prennent, comme dans les autres cas,*

la valeur indiquée par la théorie : valeur proportionnelle au produit des deux facteurs qui règlent la dépense énergétique, poids de la charge, degré du raccourcissement musculaire.

» C'est surtout dans ces deux dernières séries d'expériences, où les variations de la charge sont combinées avec celles du raccourcissement musculaire, que ressort bien la grande importance de ce dernier facteur de la dépense énergétique. Cette importance se manifeste de la plus remarquable manière. Ainsi, le même résultat utile, extérieurement apparent, de l'activité musculaire, c'est-à-dire le soutien de charges qui varient entre elles comme les chiffres 1, 2, 3, est obtenu avec une dépense énergétique variant, dans un cas (raccourcissement musculaire décroissant) comme les nombres 10, 12, 14, dans l'autre cas (raccourcissement musculaire croissant) comme les nombres 10, 27, 44. La démonstration de l'influence exercée par le degré de raccourcissement du muscle en contraction statique n'est-elle pas tout à fait saisissante?

» Mais il n'y a pas plus d'énergie gaspillée dans un cas que dans l'autre. Si la dépense croît beaucoup plus avec le raccourcissement musculaire en croissance, c'est que le travail physiologique est alors beaucoup plus considérable. Le muscle, en effet, donne, dans ce cas, beaucoup plus d'intensité à la force élastique avec laquelle son tissu, tendu par la charge, surmonte la résistance que cette tension oppose à la déformation qui raccourcit l'organe en l'épaississant. Ce qui se passe alors n'est, au contraire, que l'expression de la régularité des rapports existant entre la dépense énergétique et la valeur du travail physiologique qui en découle.

» Conclusion générale. — *Les relations les plus étroites existent entre la force élastique créée dans le muscle par l'état de contraction statique et la dépense énergétique qu'entraîne cette création.*

» *Que la dépense soit appréciée par l'échauffement musculaire, l'un de ses modes d'expression, ou par les échanges respiratoires qui en sont un autre, elle est, comme la force élastique dérivant de cette dépense, fonction du produit de la charge soutenue par le degré de raccourcissement du muscle sustenteur.*

» *Ce parallélisme exact entre les échanges respiratoires, le travail intérieur (physiologique) qu'exécute le moteur et son échauffement final constitue une nouvelle preuve, ajoutée à tant d'autres, démontrant que l'énergie créatrice de l'activité physiologique du système musculaire prend sa source dans les processus finaux d'oxydation dont les tissus contractiles sont le siège permanent.* »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **H.-L. Lechappe** adresse une Note relative à un appareil générateur et distributeur du gaz acétylène.

(Commissaires : MM. Berthelot, Troost, Moissan.)

CORRESPONDANCE.

MM. **Augé, Bertrand, Güntz, Marbec, Paqué** adressent leurs remercîments à l'Académie pour les distinctions accordées à leurs travaux.

ASTRONOMIE. — *Observations de la nouvelle comète Perrine* (8 *déc.* 1896) *faites à l'observatoire d'Alger* (*équatorial coudé de* $0^m,318$); par MM. **Rambaud** et **F. Sy**, présentées par M. Lœwy.

Dates. 1896.	Étoiles de compar.	Grandeur.	Comète — Étoile. Ascension droite.	Déclinaison.	Nombre de comparaisons.
Décembre 10.......	*a*	9,5	m s −1.21,22	+5′. 4″,3	9:8
10.......	*a*	9,5	−1.18,26	+4.53,6	9:8
10.......	*a*	9,5	−1.12,43	+4.34,3	9:8
10.......	*a*	9,5	−1.12,19	+4.23,8	9:8
11.......	*b*	8,3	−1.57,69	+1. 5,2	12:8
11.......	*b*	8,3	−1.53,16	+0.46,7	12:8

Positions des étoiles de comparaison.

Dates. 1896.	★	Asc. droite moyenne 1896,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne 1896,0.	Réduction au jour.	Autorités.
Déc. 10.	*a*	h m s 1. 4.51, 3	s +4,16	+ 5°.38′. 0″,0	+27″,1	149 A + 5°
11.	*b*	1.12.11,38	+4,19	+ 5.20.15,3	+27,2	Weisse(1), n° 146.

Positions apparentes de la comète.

Dates. 1896.	Temps moyen d'Alger.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parallaxe.
	h m s	h m s			
Déc. 10......	10. 7.50	$\mathcal{A}^*$— 1.17,06	$\bar{1}$,446	$\mathcal{D}^*$+ 5′.31″,4	0,670
10......	10.18. 7	$\mathcal{A}^*$— 1.14,10	$\bar{1}$,471	$\mathcal{D}^*$+ 5.20,7	0,672
10......	10.37.25	$\mathcal{A}^*$— 1. 8,27	$\bar{1}$,514	$\mathcal{D}^*$+ 5. 1,4	0,675
10......	10.46.18	$\mathcal{A}^*$— 1. 8,03	$\bar{1}$,531	$\mathcal{D}^*$+ 4.50,9	0,677
11......	8.45.49	1.10.17,88	$\bar{1}$,088	+5.21.47,7	0,664
11......	9. 0.53	1.10.22,41	$\bar{1}$,183	+5.21.29,2	0,665

Le 10, la comète est ronde, avec une condensation centrale très apparente, le diamètre de la surface lumineuse est d'environ 2′.

Le 11, le ciel est chargé de brumes, on observe la comète assez difficilement, l'éclat semble avoir augmenté, ce qu'il est permis de constater par quelques éclaircies.

Le 11, on a rapporté l'étoile de comparaison du 10 (149 A+5°) à l'étoile la plus voisine 159 A+5° portant la référence Rumker, dans la *Durchmusterung de Bonn*; mais on n'a pu trouver cette dernière étoile ni dans Rumker ni dans d'autres Catalogues.

Les comparaisons ont donné

$$149\,\text{A} + 5^\circ - 159\,\text{A} + 5^\circ,$$
$$\Delta\alpha = -\,2^{\text{m}}.51^{\text{s}},01, \qquad \Delta\mathcal{D} = +\,5'\,19''9.$$

MÉCANIQUE. — *Sur la consommation d'eau des locomotives.* Note de M. E. Vicaire, présentée par M. Haton de la Goupillière.

« La marche à suivre pour calculer la dépense de vapeur nécessaire pour remorquer un train donné sur une ligne connue est la suivante :

» On met à part les parties de ligne où la pente est suffisante pour que le train conserve sa vitesse par la seule action de la gravité. Sur ces parties, on ne peut assigner à la consommation de vapeur qu'une valeur empirique, indépendante de la déclivité et proportionnelle au parcours.

» Sur les autres parties, le train aura une vitesse fonction de la déclivité et l'on devra, pour chaque déclivité, calculer l'admission de vapeur x nécessaire pour maintenir cette vitesse. Elle est donnée par l'équation transcendante

$$f(x) = \text{P}(r + i) + \text{M}, \tag{1}$$

dans laquelle

P est le poids total du train, y compris la ou les machines;
r, la résistance en kilogrammes par tonne de train à la vitesse v réalisée;
i, la déclivité en millimètres par mètre, positive pour une rampe;
M, la résistance du mécanisme des machines;
$f(x)$, l'effort moyen de la vapeur sur les pistons ramené à la jante des roues motrices; il est donné par la formule logarithmique de Poncelet.

» L'évaluation des résistances r et M est incertaine et l'obligation de résoudre l'équation pour chaque déclivité rend le calcul laborieux.

» A la demande de l'Administration, des expériences furent instituées sur le réseau d'Orléans, en 1893, pour déterminer la consommation d'eau de trains de 450 tonnes, remorqués en simple ou en double traction à la vitesse moyenne de 30^{km}. Je me suis proposé d'en tirer un moyen simple de calculer la consommation d'un pareil train sur une section quelconque; j'y suis parvenu à l'aide des remarques suivantes :

» L'expression $f(x)$ peut être remplacée par une expression linéaire en x avec une erreur qui ne dépasse pas 6 pour 100 dans les limites largement suffisantes de $x = 0,15$ à $x = 0,60$.

» La résistance M du mécanisme est généralement supposée constante; on peut, pour plus d'exactitude, supposer qu'elle augmente avec x et la représenter aussi par une fonction linéaire de cette variable.

» Pour la résistance r, on admet le plus souvent une fonction linéaire de v. Mais v, pour un train donné, dépend uniquement de i et peut, avec une approximation suffisante, être exprimée linéairement en i; $r + i$ sera donc une fonction linéaire de i, et l'équation (1) deviendra

$$a + bx = P(m + ni).$$

» La dépense de vapeur par coup de piston et, par conséquent, pour une machine donnée, par kilomètre, est sensiblement proportionnelle à x. On peut donc, en donnant au coefficient b une valeur convenable, considérer x comme représentant la consommation kilométrique.

» Pour une longueur l, à déclivité constante, la consommation sera

$$\frac{Pm - a}{b} l + \frac{Pn}{b} li = Al + Bli.$$

» Avec l'approximation admise, elle se décompose donc en deux parties, l'une indépendante de la déclivité, l'autre proportionnelle à l'ascension $li = h$, positive ou négative, effectuée par le train. Le coefficient B de celle-ci contient en facteur le poids P du train.

» Pour une section comprenant des parties l parcourues sous vapeur et des parties l' parcourues par la gravité, la consommation totale sera

$$V = A\Sigma l + B\Sigma li + C\Sigma l'.$$

» J'ai été amené, pour les trains mis en expérience, à considérer comme parcourues par la gravité toutes les pentes de 5^{mm} par mètre et au-dessus. Cela posé, les profils des lignes font connaître Σl, Σli, $\Sigma l'$.

» Les expériences ont porté sur un parcours total de 1349^{km}, et ont comporté 77 observations de consommation. Ce ne serait pas assez pour écarter toutes les influences accidentelles; cela a paru suffisant pour le but spécial qu'on avait en vue.

» Elles ont compris quatre marches en double traction et trois marches en simple traction, soit sept cas distincts pour chacun desquels il y avait lieu de calculer séparément les coefficients A, B, C.

» Si l'on appliquait immédiatement la méthode des moindres carrés aux 77 équations de condition, les mesures relatives à des parcours de peu de longueur seraient presque sans influence sur le résultat; or, ce sont souvent les plus intéressantes parce qu'elles correspondent à des parties de ligne bien homogènes comme profil. Après divers essais, je me suis arrêté à diviser chaque équation par la longueur de la section correspondante; en d'autres termes, j'ai pris, comme donnée d'expérience, non pas la consommation absolue, mais la consommation kilométrique.

» Remarquant ensuite qu'on peut modifier les coefficients d'une manière assez notable sans que les observations cessent d'être bien représentées, j'ai cherché à déduire des équations normales une solution comportant pour chacun des cas de simple et de double traction une valeur commune du rapport B : P et des valeurs de A aussi peu différentes que possible. J'ai obtenu ainsi le Tableau suivant :

Section.	Poids total P.	Eau consommée pour 1^m de montée B.	1^{km} de parcours sous vapeur A.	1^{km} en contrevapeur C.
1° *Simple traction;* B : P = $5^{kg},5$ *pour* 100 *tonnes.*				
Tours-Poitiers	500 tonnes	27,50 kg	110,2 kg	29,0 kg
Angers-Nantes	500	» (1)	107,4	» (1)
Brive-Cahors	515	28,32	110,8	45,4

(1) La section Angers-Nantes est presque entièrement de niveau, elle ne fournit

Section.	Poids total P.	Eau consommée pour 1m de montée B.	1km de parcours sous vapeur A.	1km en contrevapeur C.
		2° Double traction; B : P = 4kg,5 *pour* 100 *tonnes.*		
Tours-Poitiers......	tonnes 560	kg 25,20	kg 142,7	kg 50,6
Angers-Nantes......	550	» (1)	144,2	» (1)
Savenay-Vannes....	550	24,75	149,7	65,6
Brive-Cahors.......	570	25,65	144,7	169,7

» On ne doit pas s'étonner de trouver des résultats peu concordants pour C, puisque, dans la marche en contrevapeur, le mécanicien peut dépenser de l'eau à volonté à partir d'un certain minimum.

» Les dépenses de $5^{kg},5$ et de $4^{kg},5$ pour élever 100 tonnes à 1^m équivalent respectivement à $14^{kg},85$ et $12^{kg},14$ par cheval-heure. On dépense davantage en simple traction parce qu'on marche avec une admission plus étendue.

» D'après ces bases de $5^{kg},5$ et de $4^{kg},5$ pour 100000 kilogrammètres, les consommations de 110^{kg} et de 145^{kg} en palier pour 500 et 560 tonnes représentent des résistances de 4^{kg} et de $5^{kg},75$ par tonne, machine comprise.

» La mesure des consommations par le vide observé dans le tender pourrait être facilement appliquée aux trains du service courant, sur des sections choisies d'un réseau, et en procédant suivant la méthode esquissée ci-dessus, on aurait, pour le calcul des consommations d'eau et de combustible, le procédé le plus commode et le plus exempt de toute appréciation arbitraire. »

OPTIQUE. — *Variation de la biréfringence accidentelle du quartz avec la direction de la compression.* Note de M. **R. Dongier** (1), présentée par M. Lippmann.

« Les phénomènes d'élasticité mécanique et de piézo-électricité permettent de différentier deux directions rectangulaires OA et OB, normales à l'axe ternaire, qui font des angles différents avec le système des axes bi-

donc aucune valeur pour C, aucune condition utile pour B et convient très bien pour la détermination de A.

(1) Cette Note a été présentée à l'Académie dans la séance du 28 décembre 1896.

naires (¹). La surface d'onde, qui est de révolution autour de l'axe ternaire, n'établit aucune différence entre ces deux directions. Je me suis demandé si une même compression, qui produit des déformations différentes suivant OA et OB, altère de la même façon, ou d'une manière différente, la biréfringence suivant une direction de propagation parallèle à l'axe. S'il existe une différence, elle doit être faible, et, pour la mettre en évidence, il faut employer des appareils bien construits et une méthode précise. J'ai obtenu de M. Jobin des cristaux de quartz purs et bien taillés, ainsi qu'un compresseur hydraulique qui permet d'exercer sur les deux faces opposées d'un prisme de quartz une pression uniforme, facile à mesurer, et pouvant monter jusqu'à 200^{atm}. J'emploie aussi l'analyseur à pénombre déjà décrit (²).

» La méthode d'observation utilise les formules de M. Gouy (³) sur la superposition du pouvoir rotatoire et de la biréfringence.

» K étant le rapport, inférieur à l'unité, des axes des ellipses privilégiées qui présentent la différence de marche $\delta = (n_d - n_g)e$, on conclut qu'à une vibration rectiligne incidente faisant l'angle θ avec la direction principale de la biréfringence $\overline{Ox}$, correspond une vibration elliptique émergente qu'on peut rapporter à deux diamètres conjugués. L'un $O\eta$, symétrique de la vibration incidente, par rapport à Ox, a pour expression $\eta = b' \cos 2\pi \frac{t}{T}$ avec $b' = -\frac{1-K^2}{1+K^2} \sin \pi \frac{\delta}{\lambda}$. L'autre $O\xi$ fait, dans le sens du pouvoir rotatoire, à partir de la vibration incidente, l'angle ρ donné par

$$\tang \rho = \frac{2K}{1+K^2} \tang \pi \frac{\delta}{\lambda}$$

et a pour expression $\xi = a' \sin 2\pi \frac{t}{T}$ avec $a' = \frac{2K}{1+K^2} \frac{\sin \pi \frac{\delta}{\lambda}}{\sin \rho} = \frac{\cos \pi \frac{\delta}{\lambda}}{\cos \rho}$. Ces formules conduisent facilement aux conclusions de MM. Wiener, Mounory, Beaulard, dans le cas où $\theta = 0$; elles facilitent la discussion lorsque $\theta \neq 0$. On en déduit : 1° que l'angle de $O\xi$ et $O\eta$ est égal à $(\rho + 2\theta)$; 2° que, pour une biréfringence nulle, l'angle ρ prend la valeur de la rotation du plan de polarisation; 3° que lorsque $\pi \frac{\delta}{\lambda} = n\pi$, la vibration émergente est rectiligne, dirigée suivant la vibration incidente, et cela quelle que soit la valeur de l'angle θ; le cristal se comporte comme un corps isotrope; 4° que lorsque $\pi \frac{\delta}{\lambda} \neq n\pi$, les grandeurs a' et b' sont différentes de 0 et la

---

(¹) SAVART, *Annales de Chimie et de Physique*, 2ᵉ série, t. XL, p. 113; CURIE, *Journal de Physique*, 2ᵉ série, t. I, p. 245.

(²) *Comptes rendus*, t. CXXII, p. 306 et 1194.

(³) GOUY, *Journal de Physique*, 2ᵉ série, t. IV, p. 149.

valeur de ρ est différente de $n\pi$. Dans ce cas, la forme de l'ellipse émergente dépend de l'angle θ. Faisons varier θ entre o et π en supposant ρ constant et compris entre $2n\pi$ et $2n\pi + \frac{\pi}{2}$. La vibration émergente est rectiligne lorsque les vecteurs η et ξ ont la même direction; ce qui correspond aux valeurs $\theta_1 = \frac{\pi - \rho}{2}$ et $\theta_2 = \theta_1 + \frac{\pi}{2}$; les directions principales de la biréfringence sont alors bissectrices de l'angle de la direction incidente et de la vibration émergente. L'excentricité de la vibration émergente est maximum lorsque $O\eta$ et $O\xi$ sont rectangulaires; ce qui correspond aux directions $\theta'_1 = \frac{\frac{\pi}{2} - \rho}{2}$ et $\theta'_2 = \theta'_1 + \frac{\pi}{2}$. L'angle R de l'axe de l'ellipse émergente avec la direction de la vibration incidente est égal à ρ dans ces deux cas. Pour toute autre valeur de θ, la différence $R - \rho$ est différente de θ; elle est négative pour θ inférieur à θ'_1, pour θ compris entre θ_1 et θ'_2 et pour θ supérieur à θ_2; elle est positive pour les valeurs de θ comprises entre θ'_1 et θ_1 ainsi qu'entre θ'_2 et θ_2.

» *Disposition expérimentale.* — La lumière jaune, qui a accès dans un collimateur par un trou de 1^{mm} carré de section, traverse d'abord un nicol, puis, afin de compenser les effets de la dispersion rotatoire du jaune, elle traverse dans le sens de l'axe un quartz droit de même épaisseur que le quartz gauche soumis à une pression déterminée. On fait varier l'azimut du polariseur de 10° en 10° et l'on note chaque fois la rotation R de l'axe de l'ellipse émergente par rapport à la vibration incidente. La précision du pointé de l'analyseur à pénombre est variable avec l'excentricité de l'ellipse observée; elle est insuffisante lorsque le rapport des axes de l'ellipse est supérieur à $\frac{1}{10}$; elle atteint son maximum lorsque la lumière émergente est rectiligne; elle est alors supérieure à $\frac{1}{10}$ de degré. On construit la courbe $R = f(\theta)$ et l'on détermine l'angle ρ en utilisant les relations indiquées plus haut.

» La précision obtenue pour l'angle ρ est variable entre 2° et $(\frac{1}{5})$ de degré suivant les valeurs de $\pi\frac{\delta}{\lambda}$ (¹); ce qui correspond pour la mesure de la biréfringence $\frac{n_x - n_y}{\lambda}$ à une précision variant entre $\frac{1}{2000}$ et $\frac{1}{100000}$. La plus faible $\frac{1}{2000}$ est encore très suffisante pour vérifier la proportionnalité de la biréfringence avec la pression, résultat auquel est arrivé M. Beaulard dans le cas qui nous occupe et qui est conforme à toutes les expériences déjà faites sur les corps transparents comprimés. Par conséquent, pour déterminer le rapport de proportionnalité entre la biréfringence et la pression, une seule expérience doit suffire; en exerçant une pression convenable, de manière que $\pi\frac{\delta}{\lambda}$ soit voisin de $n\pi$, on se place dans les conditions de sensibilité maximum.

» *Résultats.* — On a opéré sur un prisme de quartz dont la base carrée

---

(¹) La précision de la mesure de ρ est moindre que la précision du pointé de l'analyseur à pénombre, parce que la dispersion rotatoire du jaune ne permet pas une détermination plus précise de la vibration qui émerge du quartz compensateur droit et qui sert d'origine à l'angle ρ.

est normale à l'axe ternaire; les deux faces latérales font des angles de 7° et de 83° avec la direction d'un axe binaire.

» Pour une compression de $161^{atm},7$ normale à un système de deux faces parallèles, on a obtenu une biréfringence donnée par

$$\frac{n_x - n_y}{\lambda} e = \frac{1}{180} \cdot 644,25.$$

» Pour la même compression normale au système des deux autres faces, on a obtenu

$$\frac{n_x - n_y}{\lambda} e = \frac{1}{180} \cdot 631,75.$$

» Il y a une différence de 12°,50 entre les indications de l'appareil dans les deux cas, et la précision existant sur la mesure de ρ qui est de $(\frac{1}{5})$ de degré correspond à une précision de $(\frac{3}{5})$ de degré environ sur la valeur de l'expression $180 \times \frac{n_x - n_y}{\lambda} e$. Donc, *une même compression, dirigée suivant deux directions indépendantes* OA, OB, *normales à l'axe ternaire, altère d'une manière différente la surface d'onde*. Ceci posé, si l'on exerce simultanément la même pression de $161^{atm},7$ sur les deux groupes de faces opposées du quartz, le corps acquiert une biréfringence donnée par $\frac{n_x - n_y}{\lambda} e = \frac{1}{180} \times 12,5$. Cette biréfringence serait difficile à mettre en évidence par l'expérience, car elle correspond à une rotation de l'analyseur à pénombre égale à 5'; ce qui est inappréciable.

» Je me propose de déterminer la variation du rapport de la biréfringence à la pression, en fonction de l'angle que forme la direction de la compression avec le système des axes binaires [1]. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Action exercée sur les solutions de sels haloïdes alcalins par les bases qu'elles renferment*. Note de M. A. **Ditte**, présentée par M. Troost.

« Les bases alcalines exercent sur les sels haloïdes alcalins une action précipitante analogue à celle que produisent les acides correspondants. Dès 1873, M. Berthelot remarquait que « les solutions concentrées de potasse enlèvent de l'eau à une solution saturée de chlorure de potassium

[1] Travail fait au laboratoire de M. Bouty, à la Sorbonne.

» et en précipitent le sel, vers 12°, tant que les solutions alcalines renferment moins de $6H^2O^2$ pour KHO^2; au delà, quand la potasse est un peu plus étendue, le phénomène cesse complètement; de même, la solution saturée de sel marin est précipitée à froid par les solutions de soude jusque vers la composition $NaHO^2 + 4H^2O^2$ ». M. Berthelot rattache ces phénomènes au terme auquel la formation des hydrates véritables de potasse et de soude demeure accomplie sous l'influence d'un excès d'eau convenable aux limites d'équilibre entre l'eau et les hydrates alcalins (*Comptes rendus*, t. LXXVI, p. 1112). En 1891 M. Engel examinant l'action des bases alcalines sur la solubilité de quelques sels alcalins (*Comptes rendus*, t. CXII, p. 1130) a constaté qu'une molécule de potasse ou desoude anhydres précipite sensiblement une molécule de sel. Le présent travail a pour but principal, comme lorsqu'il s'agissait des acides, de rechercher si les variations de solubilité peuvent conduire à quelques résultats touchant l'existence des hydrates dans la liqueur. Ici encore, je me suis borné aux cas très simples des composés haloïdes du potassium et du sodium, dont les uns donnent facilement, à la température ordinaire, des hydrates cristallisés, tandis que les autres se déposent toujours anhydres de leurs solutions aqueuses, dans les mêmes circonstances.

» Les mesures ont été faites soit en ajoutant peu à peu des quantités croissantes d'alcali à une solution saturée du sel considéré, soit, au contraire, en partant de liqueurs alcalines plus ou moins concentrées auxquelles on ajoute un excès de sel de manière à les en saturer; je donnerai seulement, dans cette Note, les nombres relatifs aux bromures.

» *Bromure de potassium*. — Sel anhydre à la température de 17° :

Potasse.	Bromure de potassium.
36,4	558,8
113,5	433,6
177,2	358,1
231,1	281,2
277,6	248,1
434,7	137,1
579,6	64,8
809,4	33,4

» Ces nombres, qui représentent en grammes les poids de potasse et de bromure contenus dans une quantité de dissolution qui renferme 1000^{gr} d'eau, se placent sur une courbe très régulière tournant sa convexité vers

l'axe des alcalis (horizontal) : elle est d'abord sensiblement rectiligne, c'est-à-dire que, pour des quantités faibles d'alcali, il y a proportionnalité entre les poids du sel et d'alcali simultanément dissous ; puis le poids de sel que précipite une quantité déterminée d'alcali diminue graduellement à mesure que celui-ci s'accumule dans la liqueur.

» *Bromure de sodium.* — Sel capable de donner un hydrate renfermant 2 molécules d'eau et formé, à partir de ses éléments solides, avec dégagement de $+ 4^{Cal}, 15$:

Soude.	Bromure de sodium.
0,0	913,8
19,1	841,6
32,6	798,6
78,1	730,0
92,4	688,5
103,9	678,1
134,3	649,0
158,3	633,3
171,7	630,6
183,6	631,6
191,2	625,1
208,0	625,6
223,5	596,0
236,4	567,9
247,4	550,3
260,0	528,7
284,3	480,0
314,0	450,1
366,1	384,1
420,3	332,5
469,6	293,7
502,5	265,5
545,2	247,6

» Ici, la courbe est très différente de la précédente ; la solubilité du bromure diminue d'abord rapidement en même temps que la proportion de soude augmente, puis la décroissance se ralentit et, pendant un certain intervalle, la quantité de matière dissoute demeure presque constante quoique celle de soude aille en augmentant ; mais bientôt la précipitation du bromure recommence et elle augmente rapidement avec la proportion de soude ajoutée. Il semble que la courbe soit formée de deux branches distinctes répondant, l'une au bromure hydraté, l'autre au sel anhydre,

branches se rencontrant en un point au voisinage duquel la solubilité, très peu variable, correspond à des liqueurs renfermant à la fois du sel anhydre et du sel hydraté. Et, en effet, si, dans les solutions qui renferment de 130^{gr} à 220^{gr} de soude environ, on ajoute du bromure anhydre en poudre, on le voit s'agglomérer, dès qu'il tombe dans la liqueur, et s'hydrater, au moins en partie, avec dégagement de chaleur.

» Outre les bromures, mes expériences ont porté sur les chlorures, les iodures et les fluorures de potassium et de sodium, et les résultats obtenus avec ces différents sels sont très analogues; la solubilité dans l'eau du corps considéré diminue toujours quand on ajoute de petites quantités d'alcali à la liqueur et, lorsqu'il n'est pas susceptible de donner lieu à la formation d'un hydrate dans les conditions de l'expérience, la décroissance de la solubilité est continue et régulière, et la courbe ne présente rien de particulier; tel est le cas des chlorure, bromure, iodure de potassium et celui du sel marin. Lorsque, au contraire, le sel examiné peut donner un hydrate, comme le font les bromure et iodure de sodium, ainsi que le fluorure de potassium, la courbe se présente comme formée de deux branches correspondant l'une au sel anhydre, l'autre au sel hydraté, reliées par une portion intermédiaire qui correspond, elle, à des variations très faibles de la solubilité, pour des accroissements notables de la quantité d'alcali; cette région peut représenter l'équilibre complexe de liqueurs renfermant à la fois du sel anhydre et du sel hydraté; rien d'ailleurs, dans la portion de courbe qui répond aux solutions très riches en alcali, ne conduit à soupçonner l'existence d'un composé renfermant le sel considéré combiné avec un excès d'alcali. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Action de l'ammoniaque sur le bichlorure de tellure. Azoture de tellure.* Note de M. **René Metzner**, présentée par M. Henri Moissan.

« L'ammoniaque agit sur le bichlorure de tellure d'une manière différente, suivant la température à laquelle on opère.

» 1° *Réduction totale.* — Si l'on fait passer un courant de gaz ammoniac bien sec sur du bichlorure de tellure maintenu entre 200° et 250°, la matière noircit immédiatement; il se forme du chlorhydrate d'ammoniaque, dont une très petite quantité se sépare pour aller se déposer sur les parties plus froides de l'appareil, et celui-ci augmente lentement de poids. La réaction est, en effet, assez lente avec le chlorure compact que j'employais;

cependant, elle est terminée au bout d'une vingtaine d'heures, et l'on peut calculer le nouveau poids de la matière en admettant que la réaction est représentée par

$$3\,TeCl^4 + 16\,AzH^3 = 3\,Te + 12\,AzH^4Cl + 4\,Az.$$

» 2° *Combinaison.* — A 0° l'action est totalement différente, et l'ammoniaque se combine avec le chlorure de tellure. Celui-ci, qui était parfaitement blanc, jaunit dès l'arrivée des premières bulles de gaz. En même temps, la matière qui adhérait très fortement au verre s'en détache; les petits fragments de chlorure qui absorbent d'abord l'ammoniaque sur une face seulement se roulent en spirales, par suite de l'augmentation de volume qui accompagne la combinaison. Quand la réaction est complète, ce qui nécessite dans ce cas encore un temps très long, on obtient un produit qui n'est plus déliquescent comme l'était le chlorure de tellure. A la température ordinaire il dégage de l'ammoniaque; traité par l'eau, il se décompose en donnant de l'acide tellureux, et par la potasse il dégage de l'ammoniaque. L'analyse montre qu'il est constitué par une combinaison répondant à la formule

$$TeCl^4, 3\,AzH^3.$$

» A la vérité, je n'ai jamais obtenu le coefficient 3, mais 2,95 seulement, ce qui peut tenir : 1° à ce que, dans les conditions de température où j'ai opéré, le chlorure ammoniacal est partiellement dissocié; 2° à l'existence d'un peu d'azoture.

» Si l'on chauffe ce chlorure ammoniacal, il noircit en dégageant de l'ammoniaque; puis, à température un peu plus élevée, il distille une matière noire qui est un mélange de chlorhydrate d'ammoniaque et de protochlorure de tellure, ce dernier bien reconnaissable à sa vapeur violet rouge caractéristique. Finalement, il se dégage un peu d'acide chlorhydrique provenant de l'action de la chaleur sur le chlorhydrate d'ammoniaque.

» 3° *Azoture de tellure.* — Si l'on opère à plus basse température, on peut obtenir combinaison du tellure et de l'azote. Voici dans quelles conditions :

» J'ai opéré non plus avec l'ammoniaque gazeuse, mais avec l'ammoniaque liquide. L'appareil qui m'a servi était constitué par un robinet à trois voies en acier, pouvant être mis en relation au moyen de raccords à collier, d'une part avec un récipient à ammoniaque liquide du commerce, de l'autre avec un réservoir en verre contenant de la potasse monohydratée fondue, enfin, par la troisième branche, avec un tube en cristal épais destiné à contenir le chlorure de tellure sur lequel on veut agir.

» L'appareil ayant été d'abord vidé d'air, on fait distiller une certaine quantité d'ammoniaque sur la potasse fondue avec laquelle on la laisse en contact pendant plusieurs jours, de manière à assurer une dessiccation complète. Enfin, on remplace la bouteille à ammoniaque par un manomètre à air libre. L'appareil étant ainsi disposé, on refroidit le chlorure de tellure vers —15° et l'on y envoie lentement du gaz ammoniac. La matière jaunit comme dans l'expérience précédente, elle se gonfle de manière à tripler de volume, de telle sorte que, celle qui est placée à la partie supérieure s'attaquant la première, il se forme bientôt un bouchon qui empêche l'action de continuer; on détruit très facilement cet obstacle en laissant échapper un peu de gaz, ce qui amène une désagrégation de la surface et colle la matière au tube sous la forme d'un enduit mince, très favorable à une attaque complète.

» Si l'on abandonne alors l'appareil à lui-même sans continuer à refroidir, il arrive fréquemment que la température s'élève à tel point qu'on peut difficilement le tenir dans la main, ce qui, par parenthèse, est imprudent et très dangereux; en effet, ordinairement l'appareil éclate : le verre qui le forme est absolument pulvérisé, à ce point qu'en n'en peut retrouver trace. La rupture ne se produit d'ailleurs jamais que sur le tube à chlorure et non sur celui qui renferme l'ammoniaque liquide.

» La matière obtenue ainsi n'est pas homogène; on y distingue des parties jaune citron et d'autres qui sont blanchâtres; si l'on fait pénétrer un excès d'ammoniaque liquide, la matière se désagrège et il se rassemble au fond du tube une poudre jaune clair pendant que le manomètre indique une tension très inférieure à celle de l'ammoniaque liquide à la température à laquelle on opère. Avec une quantité convenable de ce liquide, on obtient exactement la tension du chlorhydrate d'ammoniaque ammoniacal qu'a étudié M. Troost, et, en faisant varier la température, on retrouve tous les nombres qu'a déterminés ce savant.

» Pour purifier cette matière, je l'ai lavée avec de l'ammoniaque liquide. A cet effet, j'employais un réservoir à chlorure deux fois recourbé et, par des décantations successives, suivies d'ouvertures du robinet (séparé du manomètre), j'éliminais, à chaque opération, une partie du chlorhydrate d'ammoniaque, qui se déposait en une poudre blanche au sortir de l'appareil. Pendant ces opérations, il faut éviter avec le plus grand soin que la température ne s'élève; la matière placée au fond du tube peut, en effet, contenir encore une combinaison de chlorure de tellure et d'ammoniaque qui se détruit avec élévation de température, en sorte qu'il arrive très fréquemment que le tube éclate au bout d'une douzaine d'heures de contact.

» Sur une dizaine d'appareils, deux seulement ont résisté; ils renfermaient, une fois le lavage terminé, une matière d'un beau jaune citron partiellement collée aux parois du tube auquel elle adhère très fortement, mais qu'on en détache en immergeant le tube dans l'eau. On lave cette substance avec de l'eau pour la débarrasser des dernières traces de chlorhydrate d'ammoniaque, et finalement on la sèche dans le vide. Sa composition correspond à la formule TeAz.

» Cet azoture est friable, amorphe, il détone par le choc avec une

extrême violence en produisant un brouillard noir de tellure en poudre impalpable.

» Soumis à l'action de la chaleur il détone de la même manière vers 200° : quelques milligrammes de cette matière, introduits dans un tube à essai et chauffés sur une toile métallique, font explosion avec une violence telle que le tube est réduit en miettes et la toile déchirée.

» L'azoture de tellure n'est attaquable ni par l'eau, ni par l'acide acétique étendu, ce qui m'a permis de le débarrasser des dernières traces d'ammoniaque. En présence de la potasse il dégage tout son azote à l'état d'ammoniaque, de telle sorte qu'on peut doser ce gaz, par la méthode de Boussingault, dans cet azoture dont je continue l'étude ([1]). »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur l'absorption de l'hydrogène sulfuré par le soufre liquide.* Note de M. **H. Pélabon**, présentée par M. Troost.

« On sait que si l'on chauffe en tube scellé, à une température voisine de 440°, du soufre et de l'hydrogène, les deux corps se combinent et l'on obtient du gaz acide sulfhydrique.

» Si l'on chauffe dans ces conditions et pendant plusieurs heures un tube fortement chargé de soufre, puis qu'on le laisse revenir à la température ordinaire, on observe, à un certain moment, que le soufre devient le siège d'un dégagement tumultueux de bulles gazeuses; le liquide semble entrer en ébullition.

» Les bulles gazeuses apparaissent dès que le soufre commence à se solidifier; elles prennent naissance à la surface de contact du soufre solide et du soufre liquide; elles s'élèvent dans la partie liquide pour venir crever à la surface libre de celle-ci.

» Quand la solidification est presque complète, si l'on examine la surface libre du soufre, on voit la couche solide qui la forme se soulever, se briser pour livrer passage aux dernières bulles gazeuses provenant de la partie centrale de la masse de soufre, partie qui se solidifie en dernier lieu. Du soufre liquide se trouve parfois projeté au dehors et l'on observe ainsi un véritable phénomène de rochage.

» Les phénomènes que nous venons d'indiquer ne s'observent plus, si l'on remplace dans le tube scellé l'hydrogène pur par de l'azote; ils se produisent au contraire très bien avec l'hydrogène sulfuré pur.

([1]) Travail fait au laboratoire de M. A. Ditte, à la Sorbonne.

» Si l'on tient compte de ceci et si l'on remarque en outre qu'à la température de nos expériences (440°) la combinaison de l'hydrogène et du soufre peut être considérée comme totale, il est permis de penser que le gaz qui se dégage pendant la solidification du soufre dans l'expérience décrite plus haut est de l'hydrogène sulfuré.

» Nous avons pu vérifier directement qu'il en est bien ainsi.

» Pour cela, nous avons employé des tubes scellés, séparés en deux parties par un étranglement capillaire; l'une de ces ampoules pouvait être, à la fin de l'expérience, complètement remplie de soufre liquide. De cette façon, le gaz dégagé pendant la solidification de cette masse de soufre se trouvait séparé complètement de l'atmosphère gazeuse du tube.

» Le gaz que nous avons recueilli par ce procédé s'est trouvé être, dans toutes les expériences, de l'hydrogène sulfuré pur, complètement absorbable par la potasse.

» Pour donner une idée du volume d'acide sulfhydrique qu'une masse déterminée de soufre peut laisser dégager en se solidifiant, il suffit d'indiquer les résultats de quelques expériences.

» Dans une expérience, la masse de soufre contenue dans l'ampoule était $4^{gr},6$; le volume de gaz dégagé s'est trouvé égal à $1^{cc},4$ (ramené à 0° et 760^{mm}).

» Dans une autre, la masse de soufre avait pour valeur $4^{gr},3$; on a recueilli $0^{cc},95$ de gaz.

» Enfin, avec une masse égale à $5^{gr},2$, on a obtenu $1^{cc},9$ d'hydrogène sulfuré.

» Dans toutes ces expériences, les tubes, avant d'être refroidis, ont été maintenus à 440° pendant dix heures; ils renfermaient initialement du soufre pur et de l'hydrogène pur.

» Il résulte des expériences précédentes que *le soufre liquide, chauffé à 440° en présence d'acide sulfhydrique, absorbe une notable quantité de ce gaz, qu'il laisse dégager en se solidifiant*.

» L'absorption de l'hydrogène sulfuré par le soufre liquide peut se produire à des températures plus basses. En maintenant pendant quatre jours, à 170°, un tube renfermant du soufre et de l'hydrogène sulfuré, nous avons observé une absorption faible, mais appréciable cependant; l'absorption de gaz hydrogène sulfuré n'a pas été plus forte au bout de dix jours de chauffe.

» Ces dernières expériences et toutes celles que nous avons faites aux températures comprises entre 170° et 440° montrent que *le soufre liquide absorbe d'autant plus de gaz hydrogène sulfuré que la température est plus élevée*.

» Il semble, d'après cela, que l'on n'a pas affaire à une véritable dissolution d'un gaz dans un liquide. Une telle dissolution devrait cesser par

l'introduction d'une bulle gazeuse dans la masse liquide. On n'observe rien de semblable.

» Il est aussi très curieux de constater les deux faits suivants :

» 1° Ayant maintenu un tube à 440°, pendant douze heures, nous l'avons laissé refroidir, mais *en y faisant le vide*. Malgré cela, aucune bulle gazeuse ne s'est dégagée avant la solidification du soufre.

» 2° Le soufre liquide, maintenu à l'ébullition dans une atmosphère d'hydrogène sulfuré à la pression atmosphérique, absorbe encore de grandes quantités de ce gaz. Nous avons pu ainsi, en une demi-heure, faire absorber à 8^{gr} de soufre $2^{cc},56$ de gaz.

» Nous avons pu remarquer, au cours de nos expériences, que *l'hydrogène pur n'est pas absorbé par le soufre liquide*.

» Cependant le soufre des tubes à hydrogène pur laisse dégager quelques bulles gazeuses en se solidifiant, si l'on a chauffé ces tubes à une température dépassant 275°. En analysant le gaz contenu dans ces tubes, nous y avons trouvé des quantités d'hydrogène sulfuré variant avec la température de l'expérience.

» Bref, il résulte de ces dernières expériences que :

» 1° *L'hydrogène se combine au soufre à partir de* 250° ;

» 2° *Entre* 250° *et* 350° *la combinaison n'est pas totale*.

» Nous donnerons dans une prochaine Note, si l'Académie le permet, les résultats de l'étude de cette combinaison partielle.

» En résumé, il faut retenir les résultats suivants :

» 1° *Le soufre liquide, maintenu à une température supérieure à* 170°, *en présence de gaz acide sulfhydrique, absorbe une quantité notable de ce gaz*.

» 2° *La quantité de gaz absorbée est d'autant plus grande que la température est plus élevée*, la pression restant la même (1).

» 3° *Dans tous les cas, le gaz se dégage au moment de la solidification du soufre; le dégagement gazeux est une conséquence de la solidification*.

» 4° *L'hydrogène pur n'est pas absorbé par le soufre liquide*.

» *Remarque*. — Il est intéressant de rapprocher le premier résultat indiqué ci-dessus de ce fait que nous avons signalé dans une précédente Note (2) : « Le sélénium liquide, chauffé en présence d'un mélange d'hy-
» drogène et d'acide sélénhydrique, absorbe une notable proportion de ce
» dernier gaz. »

---

(1) Je me propose d'étudier, dans la suite, l'influence de la pression.

(2) *Comptes rendus*, t. CXVI, p. 1294.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la production de vanilline à l'aide de l'acide vanilloylcarbonique.* Note de M. **Ch. Gassmann.**

« La méthode consistant à distiller l'acide vanilloylcarbonique, en vue d'obtention de vanilline, ne fournit pas de bons résultats. J'ai donc cherché à obvier à cet inconvénient, et j'obtiens de bons résultats d'après le procédé suivant :

» On fait bouillir 1 partie de cet acide avec 2 parties d'aniline, jusqu'à ce que le dégagement d'acide carbonique soit terminé; il se forme une benzylidène-aniline substituée, qu'on sépare de l'excès d'aniline à l'aide d'un courant de vapeur d'eau. La vanilline-aniline

$$\text{— CH} = \text{AzC}^6\text{H}^5$$
$$\text{OCH}^3$$
$$\text{OH}$$

est scindée finalement par une courte ébullition avec l'acide sulfurique à 50 pour 100. On isole la vanilline formée par extraction à l'éther, d'où elle cristallise aisément. Cette méthode peut également s'appliquer à la production d'acéto-vanilline à l'aide de l'acide acétylvanilloylcarbonique (¹). »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la transformation de l'eugénol en isoeugénol.* Note de M. **Ch. Gassmann.**

« Nous savons qu'à l'ébullition de l'eugénol avec des lessives alcooliques caustiques, il y a formation de l'isoeugénol

$$\text{— CH}^2 - \text{CH} = \text{CH}^2,\ \text{OCH}^3,\ \text{OH} \quad \rightarrow \quad \text{— CH} = \text{CH} - \text{CH}^3,\ \text{OCH}^3,\ \text{OH}$$

(¹) Le principe que je viens d'énoncer a été formulé par moi dans le pli cacheté n° 850, du 11 février 1896, déposé à la Société industrielle de Mulhouse et ouvert en séance le 25 novembre 1896; la transformation des acides glyoxyliques substitués en aldéhydes a été réalisée, indépendamment du travail de M. Bouveault (Académie des Sciences, séance du 29 juin 1896), par moi.

» L'action des alcoolates sur l'eugénol n'ayant pas été étudiée, il paraissait intéressant de voir si ceux-ci se comportent de même.

» On admet, en général, pour la transposition à l'aide d'alcalis, la marche suivante : addition des éléments de l'eau, dont l'hydroxyle en β, soit

$$C^6H^3 \begin{cases} -CH^2-\underset{OH}{CH}-CH^3 \\ OCH^3 \\ OH \end{cases}$$

» Sous l'action de l'ébullition, ce même hydroxyle s'éliminerait avec un atome d'hydrogène se trouvant en γ, c'est-à-dire le plus à proximité du reste phénylique (le plus électronégatif), donnant l'isoeugénol

$$C^6H^3 \begin{cases} -CH=CH-CH^3 \\ -OCH^3 \\ -OH \end{cases}$$

» Si les alcoolates remplissent le même rôle, c'est que cela se passe sans doute par addition des éléments d'une molécule d'alcool

$$\begin{matrix}(HO)C^6H^3-CH^2-CH=CH^2 \\ (CH^3O)\end{matrix} \rightarrow \begin{matrix}(HO)-C^6H^3-CH^2-CH-CH^3 \\ (CHO)\diagup \qquad\qquad \diagdown O^5CH^{11}\end{matrix}$$

$$\rightarrow \begin{matrix}(HO)-C^6H^3-CH=CH-CH^3. \\ (CH^3O)\diagup\end{matrix}$$

» La transposition a effectivement lieu lorsqu'on chauffe un alcoolate avec l'eugénol dans le sein d'un dissolvant approprié; et, pour cela, le mieux est de le choisir, ayant un point d'ébullition assez élevé, pour que la réaction ait lieu dans les données de température nécessaires.

» L'éthylate de sodium ne produit qu'une transformation partielle, et il faut chauffer très longtemps à l'ébullition de l'alcool. En l'absence de celui-ci, la masse devient brune et le rendement est notablement diminué.

» Le butylate sodique donne une marche plus nette.

» D'autre part, l'amylate sodique (dérivé de l'alcool amylique ordinaire) réagit bien en présence d'un petit excès d'alcool amylique. On procède de la manière suivante :

» On dissout 23^{gr} de sodium, bien découpé dans 230^{gr} d'alcool amylique, puis on y ajoute 32^{gr} d'eugénol, en maintenant à l'ébullition pendant une vingtaine d'heures.

On sursature avec de l'acide à 0°-3° (en refroidissant), on décante et on lave plusieurs fois à l'eau, pour enlever surtout l'acide qui pouvait rester. Le mieux est même de précipiter du carbonate sodique de la solution amylalcoolique, à l'aide d'un courant d'acide carbonique, et de filtrer ensuite. La solution de l'isoeugénol dans l'alcool amylique, obtenue d'une manière ou de l'autre, est fractionnée et, par rectification ultérieure, on obtient l'isoeugénol pur du PE 260°-262°.

» Le saffrol, traité de la même manière, fournit également l'isosaffrol. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Sur les principaux blés consommés en France.* Note de M. **Balland.**

« La production du blé en France, en 1894, a été de 93 671 456 quintaux; les importations, pour 1895, se sont élevées à 11 214 584 quintaux.

» La moitié des blés importés nous arrive de Russie par la mer Noire; puis viennent, pour ne citer que les principaux pays : l'Algérie et la Tunisie (1 739 279 quintaux), la Roumanie (1 688 854 quintaux), les États-Unis (580 979 quintaux), la Turquie (580 373 quintaux), la République Argentine (455 181 quintaux), les Indes anglaises (256 344 quintaux) et l'Australie (116 849 quintaux).

» La composition de ces blés, d'après les analyses effectuées au laboratoire de l'administration de la Guerre, a présenté les oscillations suivantes :

		Eau pour 100.	Matières azotée pour 100.	Matières grasse pour 100.	Matières sucrées et amylacées pour 100.	Cellulose pour 100.	Cendres pour 100.	Poids de 100 grains.
France	min.	10,13	7,81	1,15	67,31	1,40	1,18	gr 3,34
	max.	16,90	12,00	2,10	73,66	3,75	2,24	6,13
Algérie (blés tendres)	min.	11,00	9,36	1,60	69,42	1,82	1,36	3,52
	max.	13,00	12,06	1,90	73,41	3,06	2,06	5,03
Algérie (blés durs)	min.	11,20	10,50	1,35	69,70	2,04	1,70	3,66
	max.	12,60	13,20	2,00	72,43	2,94	1,96	4,81
Tunisie	min.	10,35	10,94	1,65	67,86	1,88	1,38	3,71
	max.	12,60	14,05	2,35	70,26	3,24	2,56	4,33
Australie	min.	12,10	9,97	1,40	72,49	1,64	1,10	3,57
	max.	12,20	10,51	1,70	72,91	2,44	1,60	4,02
États-Unis	min.	10,30	7,48	1,10	68,53	1,52	1,46	2,73
	max.	13,80	13,27	2,20	76,17	2,74	1,98	3,97
Indes	min.	10,40	10,14	1,30	71,01	1,46	1,50	2,60
	max.	11,90	10,97	2,25	73,63	2,72	2,06	4,56
République Argentine	min.	9,85	13,12	1,35	65,88	2,00	1,74	2,53
	max.	14,20	15,42	2,10	74,82	3,10	2,14	3,37

		Eau pour 100.	Matières azotée pour 100.	Matières grasse pour 100.	Matières sucrées et amylacées pour 100.	Cellulose pour 100.	Cendres pour 100.	Poids moyen de 100 grains, gr
Roumanie.....	min..	11,45	11,35	1,35	70,11	2,20	1,50	3,09
	max..	12,40	12,43	1,60	71,11	3,04	1,70	3,65
Russie...	min..	10,60	10,82	1,25	66,44	1,62	1,30	1,75
	max..	13,30	15,58	2,40	71,36	3,60	2,18	3,68

» *France.* — Les plus gros grains de blé se rencontrent en France. Le maximum d'eau a été trouvé dans des blés français, examinés peu de temps après leur récolte.

» Si l'on cherche à établir une comparaison entre les blés des départements du Nord et ceux du Midi, on ne saisit pas de différences très marquées, tant sont nombreuses les variétés de blés cultivés en France. On trouve, au Nord comme au Midi, des blés qui présentent à peu près la même composition. On constate cependant que les plus faibles proportions de matière azotée se trouvent dans les blés du Nord et les plus fortes dans les blés du Midi.

» S'il s'agit d'un même département ou d'une région limitée, les rapports entre les différents éléments sont plus étroits. Les variétés tendent vers un type unique, plus approprié au sol et au climat. Ce blé, constituant le blé ordinaire de la région, présente, dans les conditions ordinaires de culture, une certaine fixité de composition.

» *Algérie.* — Les blés d'Algérie offrent plus d'uniformité dans leur composition que les blés de France. Ils sont moins hydratés et plus azotés, plus nourrissants : ces précieuses qualités doivent les faire rechercher de préférence.

» *Tunisie.* — Les blés analysés ne comprennent que des blés durs présentant les caractères des blés durs d'Algérie, avec une augmentation sensible dans le poids de la matière azotée. Les blés de l'ancienne province romaine d'Afrique étaient déjà classés par Pline parmi les plus estimés.

» *Australie.* — Les analyses correspondent à une bonne composition moyenne. Les blés de la Nouvelle-Zélande se rapprochent des blés d'Australie, mais ils sont un peu moins azotés.

» *Chili.* — Les échantillons examinés présentent la composition des blés de la Californie.

» *Égypte.* — Les blés d'Égypte, pauvres en matière azotée et toujours plus ou moins souillés de terre, sont encore, comme du temps de Pline, peu appréciés.

» *États-Unis.* — On observe, ainsi qu'en France, que les blés des régions septentrionales, les blés de l'Orégon, par exemple, sont moins azotés que les blés des régions méridionales. Les blés de Californie et les blés de Valla-Valla offrent, en particulier, une composition assez analogue à celle des bons blés français.

» *Indes.* — Les blés examinés, peu nombreux d'ailleurs, sont très secs et suffisamment azotés.

» *République Argentine.* — Blés à petits grains, présentant une composition assez homogène et caractérisés par leur forte teneur en azote. Comme tous les blés riches en gluten, ils peuvent être employés avantageusement pour rehausser la valeur nutritive de nos blés du Nord.

» *Roumanie.* — Les blés de Roumanie, de même que les blés de Bulgarie, présentent une composition assez uniforme. Ils rappellent les blés durs d'Algérie, mais le poids moyen des grains est inférieur. La matière azotée n'y atteint pas le même développement.

» *Russie.* — Les blés russes de la mer Noire, à quelque variété qu'ils appartiennent, se distinguent par une forte proportion de matières azotées et par la petitesse de leurs grains. Le sandomirka est moins azoté que l'azima, le ghirka, l'ulka, et en général que tous les blés durs expédiés d'Azoff, de Nicolaieff, Novorossisk, Odessa, Rostoff et Yeisk. C'est dans les blés ghirka que le poids moyen des grains atteint son minimum.

» *Turquie.* — Les échantillons venant de Dédé-Agatch se rapprochent des blés de Bulgarie et de Roumanie.

» *Uruguay.* — Analogues aux blés de la République Argentine. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Influence du système nerveux sur les effets obtenus par l'injection des sérums d'animaux vaccinés* [1]. Note de MM. **Charrin** et **de Nittis**, présentée par M. Ch. Bouchard.

« Des expériences portent à penser que, dans les processus de résistance, qui font suite à l'introduction des sérums des animaux vaccinés, les forces réactionnelles de l'organisme entrent en jeu. Il nous a paru intéressant de chercher à voir quelle part le système nerveux prend à la réalisation de ces actes de défense.

» Pour ces expériences, nous avons employé une méthode nouvelle. Chaque fois que l'on compare l'action des virus sur deux animaux, certains doutes subsistent; les animaux, bien qu'appartenant à la même espèce, peuvent offrir, à des degrés divers, cette réceptivité ou cette résistance qui sont toujours relatives. Ces raisons nous ont conduits à modifier la technique, en opérant sur le même animal, dont des parties similaires étaient placées dans des conditions différentes.

» D'une part, nous avons créé des lésions nerveuses : la section du sciatique ou, parfois, de la moelle lombaire nous a fourni des régions comparables, les unes soustraites à l'influence du système nerveux, les autres encore soumises à son action. D'autre part, nous avons injecté, dans les veines, du sérum de cobaye vacciné contre le *Proteus vulgaris*, en suivant un procédé récemment indiqué par l'un de nous [2]. Enfin, nous avons

(1) Travail du laboratoire de Pathologie générale.

(2) De Nittis, *Comptes rendus de la Société de Biologie*, 13 juin 1896.

inoculé une même dose de culture vivante, virulente, du *Proteus vulgaris*, et dans la patte normale et dans la patte énervée.

» Tantôt l'injection du sérum a précédé l'énervation, tantôt elle l'a suivie, tantôt elle a été faite en même temps que l'inoculation du virus.

» Dans tous les cas, c'est dans les parties différenciées d'un même organisme dont tous les tissus subissent le contact du sérum immunisé, c'est dans des régions comparables, l'une normale, l'autre privée de ses nerfs, que nous avons comparé l'évolution du virus.

» Il importe de doser, pour ainsi dire, la résistance conférée à l'animal par l'injection de ce sérum, de la proportionner à l'infection.

» Si cette résistance est par trop considérable, les abcès peuvent être tous les deux par trop rudimentaires; dans le cas contraire, l'animal peut succomber. Dans nos expériences, la dose injectée à chaque lapin, dose mortelle en vingt-quatre heures pour un sujet sain, détermine chez lui un amaigrissement modéré, accompagné des symptômes d'une infection subaiguë.

» *Expérience I.* — Le 16 décembre, on injecte $0^{cc},5$ de sérum de cobaye vacciné à un lapin, sur lequel on opère le lendemain la section du sciatique droit. Le 20, inoculation de 1^{cc} de culture vivante de *Proteus* dans chaque patte. Un abcès se forme à droite, déjà notable le 26, alors que la patte gauche paraît intacte.

» *Expérience II.* — Un lapin, auquel on avait reséqué quelques jours avant le sciatique gauche, reçoit, le 6 décembre, 1^{cc} de sérum. Le 11, il reçoit à la partie inférieure de chaque cuisse une égale quantité de virus. Les abcès, symétriquement placés, déjà dissemblables le 18, se différencient de plus en plus, celui de gauche envahissant toute la région articulaire et présentant bientôt une fistule à la partie déclive; celui de droite n'étant représenté que par une induration, à peine grosse comme une noisette.

» *Expérience III.* — Paralysie de la patte postérieure droite, par section du sciatique, datant de plusieurs jours. Le 17 novembre, on introduit simultanément 1^{cc} de sérum thérapeutique dans la circulation de l'animal, et 1^{cc} de *Proteus* dans chaque patte. Le 30 novembre, un abcès fistuleux s'était formé à droite; une palpation attentive n'a rien révélé à gauche.

» Il est impossible de rapporter toutes les expériences : nous choisissons les plus typiques. Dans la majorité des cas, les abcès ont acquis un plus grand volume, ou même se sont développés uniquement dans la région soustraite à l'influence nerveuse.

» L'enseignement qui se dégage de ces faits, c'est que les lésions du système nerveux qui, en général, favorisent l'infection [1], s'opposent

---

[1] Charrin et Ruffer, *Comptes rendus de la Société de Biologie*, 9 mars 1889.

aussi à la plénitude de la défense de l'organisme secouru par les sérums.

» Ces sérums mettent en jeu des processus variés, font apparaître des modifications, et statiques, et dynamiques; ils interviennent en partie, en stimulant le système nerveux, qui, à son tour, stimule les cellules. Là où ce système nerveux a subi une détérioration, ces réactions font défaut, sont atténuées, ou ne sont qu'imparfaitement transmises; les éléments anatomiques énervés offrent trop de prise au virus, réagissent insuffisamment, opposent moins de résistance. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Influence des différents processus psychiques sur la pression du sang chez l'homme.* Note de MM. **A. Binet** et **N. Vaschide.**

« Nos expériences sur la pression du sang ont eu pour but de compléter celles qui ont été faites par l'un de nous (Binet) avec M. Courtier, pour étudier les rapports entre les phénomènes intellectuels et la circulation capillaire (¹). Nous avons employé, pour la mesure de la pression, le sphygmomanomètre de M. Mosso (²), appareil très ingénieux et très sérieusement construit, qui rappelle, du reste, différents appareils plus anciens de M. Marey (³); il consiste essentiellement dans des doigts de gant en caoutchouc plongés dans l'eau, qui subissent, au moyen d'un piston refoulant l'eau, une pression que mesure l'ascension d'un manomètre à mercure; si un sujet place ses doigts dans les doigtiers de caoutchouc, les pulsations totales des doigts se transmettent jusqu'à la colonne mercurielle, où un flotteur, armé d'une plume, les inscrit sur un cylindre tournant. Le principe de la méthode est que la pression du sang dans les doigts du sujet est mesurée par la contre-pression nécessaire pour donner à la pulsation son maximum d'amplitude (d'après M. Mosso), ou pour supprimer complètement la pulsation (d'après M. Marey; cette seconde méthode nous paraît bien plus facile à appliquer que la première).

» Lorsqu'on emploie le sphygmomanomètre pour étudier l'effet d'un phénomène court sur la pression, on peut employer deux procédés bien différents : 1° faire une pression graduellement et lentement croissante,

---

(¹) *Comptes rendus*, 28 sept. 1896. L'ensemble de nos études paraîtra dans l'*Année psychologique* de 1897.

(²) *Arch. ital. de Biologie*, t. XXXIII, fasc. I et II, p. 77.

(³) *Circulation du sang*, p. 450. Paris; 1882.

depuis 0^{mm} jusqu'à 160^{mm} de pression, et recueillir le tracé du pouls correspondant à ces diverses contre-pressions; 2° prendre une pression constante et provoquer le phénomène dont on cherche l'influence sur la pression; voir ensuite quel effet ce phénomène produit sur le pouls. Ce second procédé est plus expéditif que le précédent, mais sujet à une foule d'erreurs. En effet, quand le phénomène qu'on étudie augmente ou diminue l'amplitude du pouls, on ignore à quel changement de pression correspond ce changement d'amplitude; ce n'est pas du tout de cette manière qu'on mesure la pression. Un auteur allemand, Kiesoiv, qui a employé récemment ce procédé pour chercher l'influence du travail intellectuel sur la pression, n'a abouti à aucun résultat. Nous donnons donc notre préférence au procédé de la pression graduelle ou à celui de la pression constante avec une contre-pression suffisante pour écraser le pouls.

» La conclusion de nos expériences est que le sphygmomanomètre ne donne pas *la mesure absolue de la pression,* pour les raisons suivantes : 1° les doigts en caoutchouc exercent une pression sur les doigts, pression variant avec la grosseur des doigts, et variant d'un jour à l'autre pour une même personne à mesure que le caoutchouc perd ses propriétés élastiques. Cette pression supplémentaire, qu'on ne peut guère évaluer en fait, devrait être ajoutée à la pression manométrique pour avoir la valeur exacte de la pression subie par la main; 2° la fraction de la contre-pression optima, donnant au pouls son maximum d'amplitude, est impossible dans un très grand nombre de tracés, où la pulsation reste égale avec des contre-pressions variant de 40^{mm} à 90^{mm} de mercure. Il n'est pas plus facile de déterminer, sur un tracé quelconque, le point exact où la pulsation est détruite par la contre-pression, parce que cette destruction est tout à fait graduelle et sujette à des retours de pulsations; 3° les effets de la contre-pression varient dans des proportions *énormes,* suivant qu'on emploie des pressions croissantes ou des pressions décroissantes, suivant qu'on fait changer la pression lentement ou vite. Il faudrait citer ici les résultats démonstratifs de plusieurs centaines d'expériences. Les écarts énormes, qu'on obtient en changeant la manière de procéder, montrent bien qu'on ne peut pas avoir une mesure absolue de la pression, puisqu'on ne sait pas quel est le procédé qui donne cette mesure, et s'il y a même un procédé qui la donne.

» A notre avis, et suivant nos expériences, le sphygmomanomètre de M. Mosso peut donner *une mesure des changements de pression* provoqués chez un sujet. Ce qui le prouve, c'est que lechiffre de pression reste le même

pour un sujet quand les conditions physiologiques sont les mêmes; c'est qu'une même expérience bien réglée, par exemple une opération de calcul mental, produit toujours la même augmentation de pression. La seule condition nécessaire est qu'on ne change rien au fonctionnement de l'appareil, et nous y sommes parvenus en faisant tourner le volant du piston par un appareil à poids; pour le dire en passant, cette adjonction d'un appareil à poids, qui assure la régularité parfaite de la marche du volant, nous paraît être un *complément indispensable* du sphygmomanomètre de M. Mosso; si l'on manœuvre le volant à la main, on s'expose à une foule d'erreurs.

» Des expériences sur six sujets, répétées pendant trois mois, nous ont montré qu'en moyenne une douleur forte augmente la pression de 15^{mm} de mercure; des excitations sensorielles fatigantes et un calcul mental difficile l'augmentent de 20^{mm}; une conversation animée l'augmente de 30^{mm}; des émotions spontanées très vives, tristes ou agréables, l'augmentent de 35^{mm}; un effort musculaire très fatigant (soulèvement d'une jambe pendant quatre minutes), sans suspension de la respiration, l'augmente de 35^{mm}. Si l'effort est accompagné d'une suspension de la respiration, la pression s'abaisse légèrement, comme MM. Hallion et Comte ont pu le constater dernièrement par un procédé tout différent (*Soc. de Biol.*, p. 903; 14 novembre 1896).

» En résumé, *toutes nos expériences de Psychologie ont provoqué une forte augmentation de pression sanguine;* mais pour ne pas généraliser indûment cette proposition, nous ajoutons que nos expériences ont eu chacune une durée maxima de quatre minutes. Il reste à savoir si des expériences beaucoup plus prolongées, durant des heures et des journées, et amenant une fatigue profonde, ne s'accompagneraient pas de l'effet contraire, d'une diminution de pression ([1]). »

ZOOLOGIE. — *Les tubes de Malpighi des Orthoptères*. Note de M. L. **Bordas**, présentée par M. Edmond Perrier ([2]).

« Les tubes de Malpighi des Orthoptères présentent, quant à leur nombre et leur longueur, une grande analogie avec ceux des Hyménoptères; mais,

---

([1]) Travail du laboratoire de Psychologie physiologique de la Sorbonne, Hautes Études.

([2]) Résumé d'un travail, *Appareil digestif des Orthoptères*, fait au Muséum (laboratoire de M. le professeur Edmond Perrier).

ils en diffèrent essentiellement par leur disposition et leur mode d'embouchure. Ce sont, en général, des tubes plus ou moins allongés, capillaires, cylindriques, flexueux et disposés en plusieurs faisceaux allant déboucher, dans la plupart des espèces, au sommet de six petits tubercules coniques provenant d'évaginations de l'extrémité antérieure de l'intestin terminal. Pourtant, chez les *Forficulidæ*, les *Phasmidæ* et les *Gryllidæ* les rapports de ces glandes avec l'intestin sont tout à fait différents.

» Au point de vue histologique, ces glandes sont constituées par une tunique péritonéale externe très mince et par un épithélium interne reposant sur une membrane basale très ténue. L'épithélium, constitué par un nombre de cellules excrétrices, variable suivant les espèces, entoure un lumen central très étroit.

» Parmi les divers contenus d'excrétion de ces glandes, nous avons trouvé en abondance : de l'urate de soude et de l'urate de chaux chez les *Gryllus;* de l'acide urique chez la *Gryllotalpa*, sous forme de concrétions irrégulières sphériques ou ovoïdes et de cristaux prismatiques; de l'urate de soude et de l'acide urique chez les *Blattes* et les *Périplanètes*.

» Notre étude a porté sur quatre-vingts espèces environ, appartenant aux sept principales familles des Orthoptères, et nous allons résumer le résultat de nos recherches, en insistant tout particulièrement sur le mode d'embouchure des tubes de Malpighi.

» De plus, grâce aux nombreux échantillons que nous avons eus à notre disposition, il nous a encore été permis d'observer les divers modes d'embouchure qu'affectent les organes urinaires chez les Orthoptères et de suivre tous les termes de passage compris entre les deux types extrêmes, c'est-à-dire ceux chez lesquels les tubes de Malpighi s'ouvrent dans l'intestin terminal, au sommet de plusieurs tubercules groupés circulairement, et ceux chez lesquels ils ne forment qu'un large faisceau unique débouchant à l'extrémité d'un long tube ou uretère, dilaté à son sommet.

» Passons successivement en revue les diverses familles, en suivant les degrés décroissants de complication.

» Les tubes de Malpighi des *Forficulidæ* sont peu nombreux (8 à 10 environ) et groupés en deux faisceaux placés diamétralement à l'origine de l'intestin terminal.

» Chez les *Phasmidæ*, les organes urinaires sont très nombreux et réunis en plusieurs faisceaux (20 à 24 chez la *Phibalosoma*), s'ouvrant dans un nombre égal de tubercules hémisphériques ou coniques, très courts et disposés en cercle autour de l'intestin dont ils ne sont que de simples évaginations. Chez l'*Acanthoderus* et la *Necroscia*, chaque tubercule collecteur ne reçoit que deux ou trois tubes de Malpighi.

» Les *Mantidæ* possèdent de 60 à 70 tubes urinaires insérés tantôt irrégulièrement, tantôt groupés par faisceaux (3 à 4) à l'origine de l'intestin terminal (*Eremiaphila*). La Mante religieuse en possède de 50 à 60, réunis en plusieurs faisceaux séparés par d'étroits espaces libres.

» Chez les *Périplanètes* et chez les *Blattes*, les tubes de Malpighi sont groupés en six faisceaux, comprenant chacun de 15 à 20 tubes s'ouvrant au sommet d'un très court tubercule conique. Ces six tubercules, très réduits, à base élargie, proviennent d'évaginations intestinales. Ils sont à peu près équidistants les uns des autres et disposés en cercle autour de l'intestin. Les organes urinaires de la *Polyzosteria* sont minces, courts, flexueux et disposés également en six groupes. Chez les *Blabera*, le mode d'embouchure des tubes de Malpighi est tout à fait caractéristique et bien différent de ce qu'on observe chez les autres *Blattidæ*. Ces glandes tubuleuses, au nombre de 50 à 60, débouchent sur une plage irrégulière comprenant le tiers environ de la circonférence intestinale.

» Dans la famille des *Acridiidæ*, le nombre des tubes de Malpighi est très variable. Certaines espèces (*Pœcilocerus*, *Pyrgomorpha*) en possèdent jusqu'à 100; d'autres en ont de 60 à 70 (*Pamphagus*) et certaines de 70 à 80 (*Œdipoda*) ou bien de 50 à 60 (*Psophus*, *Pachytylus*, etc.). Chez toutes les espèces, ces organes sont groupés en un petit nombre de faisceaux (5 à 6), dirigés les uns en avant, les autres en arrière et recouvrant en partie l'intestin moyen et l'intestin postérieur.

» Chez tous les *Locustidæ*, le nombre des tubes de Malpighi dépasse 100. Ils sont groupés en six faisceaux débouchant au sommet de six tubercules cylindro-coniques, disposés tantôt irrégulièrement, tantôt à égale distance les uns des autres, à l'origine de l'intestin terminal (*Locusta*, *Decticus*, *Salomona*, *Pseudorhynchus*, *Platycleis*, etc.). Chez les *Ephippigerinæ*, on ne compte que de trois à quatre de ces tubercules coniques avec 110 à 120 tubes urinaires. Enfin, par les *Gryllacris*, qui ne possèdent, en général, qu'un seul tubercule collecteur, assez court, au sommet duquel viennent déboucher de 80 à 100 tubes de Malpighi, nous passons aux *Gryllidæ*.

» Le nombre des tubes de Malpighi des divers *Gryllidæ* est très considérable et dépasse une centaine : on en compte de 100 à 120 chez les *Gryllus* et chez la *Gryllotalpa*. Ces organes sont longs, flexueux et débouchent à l'extrémité élargie (bassinet) d'un canal collecteur impair et cylindrique (uretère). Ce dernier, après un trajet de 9^{mm} à 12^{mm}, pénètre un peu au-dessous de l'origine de l'intestin terminal et s'y ouvre au sommet d'un tubercule conique ou dolioforme, à pointe émoussée et munie de quatre valves limitant un orifice étoilé (*Gryllotalpa*). »

ZOOLOGIE. — *Sur les* Spirorbis ; *asymétrie de ces Annélides et enchaînement phylogénique des espèces du genre*. Note de MM. **Maurice Caullery** et **Félix Mesnil**, présentée par M. Edmond Perrier.

« Nous avons eu récemment l'occasion d'examiner un grand nombre de Spirorbes provenant de divers points du globe (Manche, mers Arctiques, Méditerranée, cap Horn, Panama) et formant une vingtaine d'espèces dont

beaucoup sont nouvelles. Cette étude nous a fourni, au double point de vue anatomique et phylogénique, des résultats d'ordre général que nous signalons dans cette Note.

» Le genre *Spirorbis* appartient à la famille des Serpuliens ; il est facilement reconnaissable à son tube calcaire, fixé à un support et enroulé en une spire régulière à tours contigus. Le thorax de l'animal comprend, en général, trois anneaux sétigères ; les deux derniers seuls ont, de chaque côté, une rangée ventrale d'uncini. Une longue région achète suit ; elle renferme les ovules ; enfin vient l'abdomen qui se compose de 8 à 40 segments dont quelques-uns renferment les spermatozoïdes. Le prostomium de l'animal porte une couronne de branchies pennées ; un des rayons branchiaux est modifié, dépourvu de pinnules et terminé par une pièce calcaire, l'*opercule*, qui ferme le tube quand l'animal s'y retire.

» Nous avons mis, pour la première fois, en évidence les modifications adaptatives provoquées dans l'anatomie des Spirorbes par leur habitat à l'intérieur d'un tube spiral. *Ces Annélides sont devenues entièrement asymétriques*, ainsi qu'en témoignent les faits suivants :

» 1° Le sens de l'enroulement de la spire est constant dans une espèce donnée. Nous appelons *sénestres* les espèces où cet enroulement, considéré par la face libre du tube, a le même sens que le mouvement des aiguilles d'une montre ; *dextres*, celles où l'enroulement est inverse. Or, chez les espèces dextres, l'opercule est toujours porté par le deuxième rayon branchial à droite, à partir de la ligne médiane dorsale ; chez les espèces sénestres, il est porté par le deuxième à gauche. Il se trouve ainsi toujours du côté concave de l'animal.

2° Les fibres musculaires longitudinales sont beaucoup plus développées de ce même côté concave.

» 3° Les viscères (tube digestif, ovaire) sont déjetés du côté convexe.

» 4° Les uncini, au thorax et à l'abdomen, sont plus nombreux et plus grands du côté concave.

» 5° L'abdomen présente, d'une façon générale, n rangées d'uncini du côté convexe et $n+p$ du côté concave ($p=2$ à 4).

» 6° Nous signalons une série d'espèces, tant dextres que sénestres, chez lesquelles le thorax offre, *du côté concave seulement*, une troisième rangée d'uncini, représentant un *quatrième anneau thoracique sétigère*, ailleurs absent. Chez le *Sp. cancellatus* Fabr., cet anneau porte en outre, du côté concave, des soies dorsales.

» Cet ensemble de dispositions montre, de la façon la plus nette, l'in-

fluence de l'enroulement spiral du tube. Toutes s'expliquent par les mouvements qu'exécute l'animal. C'est, en effet, en s'appuyant, au moyen de ses uncini, du côté concave, contre la paroi calcaire du tube, qu'il y rentre ou en sort. Le fonctionnement plus intense des organes de la locomotion, de ce côté, a amené leur développement plus considérable et les viscères ont été rejetés du côté opposé. Cela est particulièrement net pour l'ovaire; les ovules en voie de maturation sont toujours du côté convexe.

» Nous avons reconnu qu'une classification naturelle (phylogénique) des Spirorbes devait avoir pour base le sens de l'enroulement du tube, et que, dans chacune des deux séries dextre et sénestre, il fallait grouper les espèces pourvues d'un quatrième sétigère thoracique d'une part, et de l'autre celles où cet anneau n'existe pas. De là résulte la division du genre *Spirorbis* en quatre sous-genres :

Espèces dextres...	à 3 sétigères thoraciques....	*Dexiospira.*
	à 4 sétigères thoraciques....	*Paradexiospira.*
Espèces sénestres..	à 3 sétigères thoraciques....	*Lœospira.*
	à 4 sétigères thoraciques....	*Paralœospira.*

» Enfin, nous avons pu préciser davantage la phylogénie du groupe par la considération de certains caractères anatomiques, tels que la forme des soies des premier et troisième sétigères thoraciques, les modifications de l'opercule, surtout dans les cas où il sert d'organe incubateur, etc.

» Nous renvoyons pour tous ces points, ainsi que pour l'étude des espèces créées par nous, au Mémoire détaillé que nous consacrons à ces animaux. »

M. **Edmond Perrier** fait, à l'occasion de la Note de MM. *Caullery* et *Mesnil*, les remarques suivantes :

« Les observations de MM. Caullery et Mesnil présentent un intérêt considérable au point de vue de la détermination précise de la parenté des Mollusques et des Vers. Les premières notions sur cette parenté remontent très haut; elle a été comprise de diverses façons et plus ou moins explicitement exposée, depuis 1844, par de Quatrefages, P.-J. van Beneden, Carl Vogt, de Lacaze-Duthiers, Mörch, Gegenbauer, von Jehring, Giard, Hatschek, etc.

» En 1881 (¹), j'ai cherché à serrer de plus près que mes devanciers la

(¹) *Les Colonies animales*, p. 631 et suiv.

question que j'avais déjà traitée dans mon Cours au Muséum, en 1877, et à préciser les ressemblances des Gastéropodes considérés comme la souche de tous les Mollusques, avec les Annélides tubicoles; j'ai fait remarquer, en particulier ([1]), que les Annélides céphalobranches présentent, comme les Gastéropodes, « de nombreuses traces d'asymétrie : les Spiro-
» graphes ont l'une des branchies céphaliques presque entièrement atro-
» phiée; il devrait exister normalement, chez les Serpules, deux appendices
» operculaires; il ne s'en développe ordinairement qu'un seul. L'enroule-
» ment en spirale, si fréquent chez les Mollusques gastéropodes, se retrouve,
» parmi ces Annélides, chez les Spirorbes... » Cet enroulement se complique, d'après les intéressantes recherches de MM. Caullery et Mesnil, d'une asymétrie externe et interne des plus marquées et qui est également caractéristique des Gastéropodes. Les ressemblances des Mollusques et des Annélides céphalobranches s'accentuent donc fortement; ce sont, en partie, à la vérité, des ressemblances de convergence. Est-il maintenant légitime d'attribuer *entièrement* l'asymétrie des Spirorbes aux modifications adaptatives provoquées, dans leur anatomie, par leur habitat à l'intérieur d'un tube spiral? Il y a là quelques distinctions à établir : on trouve déjà, nous l'avons vu, de très nettes indications d'asymétrie chez les Serpuliens dont les tubes ne sont pas spiraux; d'autre part, c'est le Spirorbe qui a construit son tube, et ce tube n'a pu s'enrouler en spirale qu'en raison d'une dissymétrie déjà réalisée, en partie du moins, chez l'animal qui l'a produit. Cette dissymétrie initiale est due sans doute à une cause active, comme celle qui se manifeste chez les Mollusques ([2]); une fois le tube produit, elle a pu s'accentuer ensuite en raison des conditions particulières d'existence qu'il imposait à l'animal. Mais il est essentiel de remarquer que les choses n'ont pu se passer ici comme chez les Pagures qui ont aoapté pour habitation des tubes hélicoïdaux tout faits. »

GÉOLOGIE. — *Sur l'histoire géologique des Vosges*. Note de M. A. DE LAPPARENT, présentée par M. Marcel Bertrand.

« L'étude détaillée des massifs montagneux apporte chaque jour de nouveaux arguments en faveur de cette conception, que chacun des accidents de l'écorce terrestre est œuvre de longue haleine et résulte d'une succes-

---

([1]) *Les colonies animales*, p. 640.
([2]) Voir E. PERRIER, *Traité de Zoologie*, p. 2071.

sion de mouvements, à travers lesquels certains traits se sont maintenus d'une façon permanente.

» En considérant la répartition des dépôts sédimentaires autour du massif des Vosges et de la Forêt-Noire, on peut s'assurer que la formation de cet accident orographique s'est faite conformément à la loi qui vient d'être indiquée.

» Émergée à l'époque dinantienne, alors que la mer se bornait à en lécher le bord méridional; violemment plissée ensuite, puis disloquée lors des éruptions permiennes, la région n'a été que partiellement submergée lors du werfénien. Une île subsistait sur les Vosges méridionales et surtout sur le Brisgau, où la partie supérieure du grès bigarré s'est seule déposée.

» Après l'épisode marin du muschelkalk, des symptômes d'émersion locale sont accusés par la formation des dépôts charbonneux du tyrolien, tels que le gîte de Gouhenans (Haute-Saône). Mais c'est surtout avec le rhétien que ces symptômes se prononcent.

» L'étage, mal développé à Belfort, manque entièrement dans la Haute-Alsace comme dans le Brisgau. Ce n'est qu'à Ribeauvillé qu'on voit apparaître pour la première fois, entre les marnes irisées et l'hettangien, les argiles rouges caractéristiques du sommet du rhétien. Quant au grès infraliasique, il ne se développe vraiment qu'à partir de Wasselonne ([1]); comme si la mer, faisant le tour des Vosges, s'était rendue par Belfort dans le Jura, et par la Basse-Alsace dans une dépression longitudinale du massif rhénan : dépression qui n'aurait été que partiellement submergée lors du rhétien supérieur, pour ne se laisser complètement envahir que par les mers hettangiennes.

» Totalement absent du versant sud-est de la Forêt-Noire, où l'infralias hettangien repose directement sur le Keuper, le rhétien manque aussi dans le nord du Wurtemberg, entre la Souabe et la Franconie, et ne reparaît qu'au voisinage du massif de la Bohême. Au contraire, il s'étend de la Basse-Alsace jusque dans le Kraichgau, par où, sans doute, la mer du nord de la France allait rejoindre celle de la Souabe.

» Les sédiments du lias et du jurassique inférieur, en Alsace, témoignent par leur extrême variabilité, comme par la réduction sensible de leur épaisseur, de la difficulté que la mer du golfe de Souabe devait avoir à passer dans la dépression rhénane. Mais c'est surtout entre la Lorraine et la Souabe que le contraste des dépôts est profond. En Souabe dominent

---

([1]) Ces renseignements nous ont été obligeamment fournis par M. Van Werveke.

les argiles foncées, avec concrétions ferrugineuses et fossiles pyritisés. Les calcaires sont bleus et deviennent bruns à l'air. En Lorraine, on voit successivement affleurer le cordon du calcaire à entroques, celui des belles masses blanches coralligènes du bathonien, enfin la bande des calcaires également coralligènes qui surmontent l'oxfordien.

» Il fallait donc qu'une barrière interceptât toute communication entre le régime lorrain et celui de l'est. Et cette barrière ne pouvait s'appuyer simplement contre l'éperon que forment les terrains anciens du Palatinat: car c'est justement au voisinage de cet éperon que les sédiments abandonnent le faciès corallien pour devenir vaseux. D'autre part, le caractère essentiellement littoral des oolithes ferrugineuses qui, dans les Ardennes, les Vosges et le Châtillonnais, servent de base à la bande corallienne la plus récente, oblige à conclure à l'existence d'un rivage entre la Meuse et les Vosges.

» C'est donc à tort, suivant nous, que plusieurs auteurs admettent la submersion complète de la Forêt-Noire et des Vosges à l'époque du jurassique supérieur. Si le *Jura blanc* avait originairement recouvert tout le massif, le point où l'érosion devrait avoir fait disparaître la plus grande partie de cette couverture serait le sommet de l'ancien dôme, dont la partie médiane, effondrée avant l'époque oligocène, a permis la formation de la fosse rhénane. Au contraire, c'est près de Fribourg seulement, au pied même du Feldberg, principale cime du massif, qu'on trouve, au Schönberg, un reste de Jura blanc, alors qu'il n'en existe de vestiges nulle part ailleurs dans la vallée du Rhin, pas même dans la dépression de la basse Alsace et de Langenbrücken, qui n'a jamais participé au soulèvement du massif et a, par conséquent, été mieux protégée contre l'ablation.

» Il nous paraît donc que l'émersion du dôme, préparée par des mouvements antérieurs, a dû être complète après le bathonien supérieur, de sorte que la mer oxfordienne se serait contentée d'en faire le tour vers le sud, en passant près de Belfort, de Bâle et de Stuttgart. A ce moment, sans doute, la faiblesse du sillon central s'accusant, auraient commencé les fractures qui ont fait tomber des paquets jurassiques dans ce qui devait devenir la fosse alsacienne; et la chute de ces paquets les aurait préservés contre une érosion trop active.

» En tout cas, le plus saillant des faits qui viennent d'être signalés est l'émersion bien accusée de la partie méridionale du massif à l'époque rhétienne : émersion qui paraît s'être étendue, en Suisse, jusqu'au voisinage de la vallée de l'Aare. La façon capricieuse dont les différentes zones de

l'hettangien et du sinémurien s'y débordent les unes des autres, depuis le Dinkelberg, en face de Bâle, jusqu'aux limites extrêmes de la Souabe, rentre tout à fait dans les phénomènes habituels au pourtour des dômes en voie de formation.

» L'époque rhétienne n'a donc pas été, pour ces régions, une époque d'invasion marine. Elle a été plutôt caractérisée par un mouvement de la terre ferme qui, en faisant disparaître l'indécision du relief habituelle à la période des marnes irisées, a mis fin au régime lagunaire et inauguré les conditions franchement marines des temps liasiques. »

GÉOLOGIE. — *Sur l'époque de formation des sables phosphatés à la surface de la craie brune*. Note de M. **Stanislas Meunier.**

« Dans une Note insérée au dernier numéro des *Comptes rendus* (1), M. N. de Mercey, après avoir rappelé la coupe relevée à Taplou par M. Strahan, ajoute que l'enrichissement du sable phosphaté « s'est produit au début du Tertiaire, lors de la formation du dépôt qui en occupe la base ». Il y a là, selon moi, une interprétation inexacte de l'âge relatif des formations superposées; l'auteur me paraît méconnaître un phénomène actuel que j'étudie depuis plusieurs années (2) et que j'ai imité par des expériences de laboratoire, à savoir la dénudation souterraine, suite naturelle et souvent nécessaire de la dénudation superficielle.

» Tout le monde est d'accord maintenant pour voir, dans l'argile à silex et dans les *biefs* de Picardie, des résidus de l'attaque de la craie par les eaux météoriques infiltrées dans le sol. Mais ce qu'il faut ajouter, et ce que tout le monde n'a pas remarqué, c'est que cette argile à silex et ces biefs sont souvent assez perméables pour que les masses calcaires sous-jacentes continuent à subir la décalcification et à enrichir de leurs résidus la formation déjà produite, *en l'épaississant par-dessous*. Au bout d'un temps suffisant, des couches superposées, et qui peuvent être d'âges fort divers et d'épaisseur totale considérable, sont ainsi réduites à leurs seuls éléments insolubles, de façon à être remplacées par des assises bien plus minces et dont l'âge de constitution est diamétralement inverse de leur ordre de superposition, les plus profondes étant les plus récentes.

» A Beauval même et à Hardiviller (Oise), j'ai relevé des coupes où l'on

(1) De Mercey, *Comptes rendus,* t. CXXIII, p. 1329.
(2) Stanislas Meunier. *Le Naturaliste*, année 1891, p. 46 et 55.

voit nettement, comme aussi aux environs de Dreux et ailleurs, des résidus sableux dérivant du calcaire grossier, étalés sur des argiles à silex provenant de la craie blanche supérieure, et sous lesquelles se présentent, dans les deux premières localités, les sables phosphatés résiduels de la craie à *Belemnitella quadrata*.

» Le phénomène se continue certainement à l'heure actuelle : à mesure que le calcaire disparaît des zones élevées, l'acide carbonique parvient plus bas et les résidus s'ajoutent les uns aux autres, de haut en bas. La disposition habituelle *en poches* n'est d'ailleurs que provisoire et s'arrêterait si une couche imperméable ou inattaquable aux eaux carboniquées se présentait : alors, tout ce qui surmonte cette couche, tout à fait dépouillé de carbonate de chaux, reprendrait la forme régulièrement stratifiée de l'origine, sauf à s'imprégner quelquefois de calcaire de nouvelle formation, si des sources inconstantes venaient, par la suite, à s'y infiltrer.

» Le phénomène que je signale me semble avoir joué un grand rôle à bien des époques : je crois que beaucoup de sables, de lits caillouteux ou glauconieux, de niveaux phosphatés comme les nodules des Ardennes, ou les *bone-beds*, ne sont pas autre chose que des produits de la dénudation souterraine. Il me suffit, aujourd'hui, de signaler ces faits, me proposant d'en faire très prochainement l'objet d'une publication spéciale. »

A 4 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures un quart.

M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 4 JANVIER 1897.

Annales de Chimie et de Physique, par MM. BERTHELOT, FRIEDEL, MASCART, MOISSAN. Janvier 1897. Tome X. Paris, Masson et Cie, 1 fasc. in-8°.

Bulletin astronomique, publié sous les auspices de l'Observatoire de Paris, par M. F. TISSERAND, Membre de l'Institut, avec la collaboration de MM. G. BIGOURDAN, O. CALLANDREAU et R. RADAU. Tome XIII. Novembre 1896. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1896; 1 fasc. in-8°.

Minéralogie de la France et de ses colonies, par M. A. Lacroix, Professeur de Minéralogie au Muséum d'Histoire naturelle. Tome II, 1re Partie. Paris, Baudry et Cie, 1896; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Fouqué.)

Chirurgie antique. Les Oculistes gallo-romains au IIIe siècle, par le Dr Deneffe, Professeur à la Faculté de Médecine de l'Université de Gand, etc. Anvers, H. Cosals, 1896; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Revue de Chimie analytique, appliquée à l'Industrie, à l'Agriculture, à la Métallurgie, au Commerce, à la Pharmacie et aux Sciences médicales. Quatrième année. 1896. Saint-Dizier, Thévenot; 1 vol. in-8°.

ERRATA.

(Tome CXXIII, Séance du 28 décembre 1896.)

Note de M. *H. Bagard,* Sur le phénomène de Hall dans les liquides :

Page 1273, ligne 2, *au lieu de* pour 100gr d'eau, *lisez* pour 1000gr d'eau.

Note de M. *Ed. Defacqz,* Sur la réduction du wolfram par le charbon au four électrique :

Page 1288, ligne 4 en remontant, *au lieu de* Zumwald, *lisez* Zinnwald.
Page 1289, ligne 20, *au lieu de* 3,36, *lisez* 8,36.
Même page, ligne 27, *au lieu de* série *lisez* scorie.
Même page, ligne 37, *au lieu de* 2 parties *lisez* 4 parties.

Note de M. *Étienne de Rouville,* De la régénération de l'épithélium vésical :

Page 1312, lignes 9 et 10 en remontant, *au lieu de* que l'endoderme lui-même contribuât ainsi, *lisez* que l'ectoderme lui-même contribuât aussi.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 11 JANVIER 1897,

PRÉSIDENCE DE M. A. CHATIN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce à l'Académie la perte qu'elle a faite dans la personne de M. **Gould**, Correspondant de la Section d'Astronomie, décédé à Cambridge le 26 novembre 1896.

Notice sur l'Œuvre scientifique de Benjamin Apthorp Gould ;
par M. **Lœwy**.

« Né à Boston, le 27 novembre 1824, Benjamin Gould vint en Europe en 1845 pour étudier l'Astronomie, travailla sous la direction de Gauss, séjourna dans plusieurs Observatoires, suivit en France les cours de nos Écoles et fréquenta quelque temps l'Observatoire de Paris, alors sous la direction d'Arago. De retour dans son pays, il fut chargé, par le *Coast*

Survey, de la détermination des positions astronomiques de diverses stations géodésiques d'Amérique.

» Gould a fait preuve, au plus haut degré, dans toute sa carrière scientifique, de cet esprit d'initiative hardie, si prononcé et si fréquent chez les habitants du nouveau monde.

» Aussitôt qu'un progrès était réalisé, dans un domaine quelconque de la Science, Gould s'empressait d'en tirer parti pour ses travaux personnels. C'est ainsi que nous le voyons, le premier, faire intervenir l'électricité dans la détermination des longitudes et enregistrer télégraphiquement l'échange des signaux et les observations d'étoiles. Il avait déjà effectué une quinzaine d'opérations de ce genre avant que l'on eût commencé à employer en Europe ces procédés aussi exacts que rapides. A peine le câble transatlantique était-il posé, que Gould, en 1866, partait pour Valentia et y établissait le pavillon qui a servi à la détermination des différences de longitudes entre l'Europe et l'Amérique, reliant ainsi les deux continents par des opérations très précises. Le réseau de ces déterminations s'étendait alors de Greenwich à la Nouvelle-Orléans, embrassant presque le quart de la circonférence terrestre.

» A côté de ces travaux de haute Géodésie, M. Gould a exécuté un grand nombre de travaux d'Astronomie pure et a été, sans contredit, un des créateurs et un des maîtres les plus distingués de l'École astronomique d'Amérique.

» Il a fondé et entretenu à ses frais, de 1848 jusqu'en 1861, le premier Journal astronomique des États-Unis. C'est dans ce Recueil qu'il a publié ses recherches personnelles; interrompue pendant de longues années, cette publication fut reprise par lui dès son retour à Boston et continuée avec éclat jusqu'à la fin de sa vie.

» De 1855 à 1859, Gould a organisé à Albany l'observatoire Dudley, et c'est là que fut établie par lui la première pendule normale à l'abri des variations de température et à compensation barométrique. Le Catalogue d'étoiles fondamentales construit par Gould a servi, jusqu'à une époque récente, non seulement pour le calcul des éphémérides américaines, mais aussi de base pour les travaux dans tous les observatoires du nouveau monde.

» Comprenant quelle haute importance possèdent les anciennes observations, Gould entreprit la réduction de celles qui avaient été faites à Paris par d'Agelet de 1782 à 1785 et les a publiées en 1866. Il a de plus effectué une série de travaux analogues en réduisant toutes les observations

obtenues par zones de 1846 à 1850 à Washington. Sachant que le ciel austral était très incomplètement exploré et offrait un vaste champ d'investigations, Gould, se dévouant complètement aux intérêts scientifiques, n'hésita pas à quitter son pays natal pour répondre à l'appel de la République Argentine. Le charme et la loyauté de son caractère, sa compétence scientifique si variée lui firent bientôt conquérir toute la confiance du Gouvernement sous les auspices duquel il fonda, de 1870 à 1872, à Cordoba, un observatoire permanent muni d'instruments de premier ordre.

» C'est à partir de cette époque que Gould, devenu tout à fait indépendant et n'étant pas obligé de disperser son activité sur des travaux multiples, entreprit et exécuta plusieurs recherches de longue haleine et offrant un caractère remarquable d'unité.

» Il a publié, vers 1874, son *Uranométrie argentine*, relative au ciel austral, et dans cet ouvrage, destiné à devenir classique, il a inscrit toutes les étoiles visibles à l'œil nu, en déterminant par trois estimations au moins la grandeur de chacune d'elles. Le nombre d'étoiles variables qu'il a découvertes à cette occasion est au moins égal à celui constaté jusqu'à cette époque pour le ciel boréal. Les règles établies par Gould pour la nomenclature et la délimitation des constellations ont fait disparaître la confusion qui régnait jusqu'alors et ont été universellement adoptées. Son *Uranométrie* fait autorité pour le ciel austral comme celle d'Argelander pour le ciel boréal.

» On sait que les grands travaux d'observations par zones, effectués par Bessel et Argelander, ont eu pour but de faire connaître les positions des étoiles de la première à la neuvième grandeur, de -3° à 80°, de l'hémisphère boréal. Gould a pris place à côté de ces grands Astronomes en achevant à Cordoba, dans l'espace de quelques années, une exploration générale du ciel austral par zones, qui a fourni les positions de 73160 étoiles. Il menait de front, avec cette vaste entreprise, un second travail de haute précision s'étendant de l'équateur au pôle, et faisant connaître les coordonnées exactes de 32448 étoiles, basées sur 110000 observations méridiennes.

» L'ensemble de ces trois grandes études constitue un monument d'une valeur inestimable, point de départ nécessaire de toutes les recherches d'ensemble qui pourront être exécutées sur le ciel austral.

» L'un des premiers, Gould avait appliqué la Photographie avec succès à la détermination des positions des astres. Il a rapporté, de Cordoba, environ 1400 clichés propres à des mesures précises. Leur étude et leur réduction ont été la principale occupation de ses dernières années.

» En dehors de ses grands travaux d'Astronomie, on doit à Gould d'importantes publications d'un ordre tout à fait différent et que je ne veux que mentionner. Sous les auspices de la Commission sanitaire des États-Unis, il a fait paraître un Ouvrage de 400 pages in-4°, dans lequel diverses lois de Statistique, d'Anthropologie et de Physiologie se trouvent déterminées par des observations effectuées sur environ 30000 hommes. Dans le même Ouvrage, sont consignés les résultats d'innombrables expériences faites sur les recrues de l'armée fédérale, dans le but d'arriver à établir la loi de croissance de l'espèce humaine.

» Les conditions climatériques de l'Amérique du Sud étaient encore mal connues en 1872. Gould a établi un réseau de stations météorologiques, comprises d'un côté entre les tropiques et la Sierra del Fuego et de l'autre entre les Andes et l'Atlantique. Depuis cette époque, on y fait régulièrement, trois fois par jour, des observations météorologiques. Plusieurs Volumes in-4° ont été publiés par lui sur cette matière et sur le climat de Buenos-Aires.

» L'œuvre de Gould est une des plus considérables qu'un astronome ait jamais léguées à la Science et elle laissera, d'une manière particulière, des traces profondes dans les deux pays où s'est exercée son activité. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Recherches sur la composition des blés français et étrangers;* par MM. **Aimé Girard** et **E. Fleurent.**

« Au mois de mai 1896, nous avons entrepris en commun, sous les auspices de M. le Ministre de l'Agriculture, une étude d'ensemble sur la composition des blés offerts à la meunerie par l'Agriculture française et par le commerce étranger. La difficulté de réunir, en nombre suffisant, des échantillons de variétés définies, provenant de cultures normales et représentant par leur aire d'expansion les produits commerciaux les plus importants, comme aussi la nécessité de modifier sur plusieurs points les procédés d'analyse, souvent défectueux, employés jusqu'ici ont rendu particulièrement laborieux les débuts de cette étude et nous ne saurions actuellement en faire connaître les résultats; mais la publication récente d'une Note de M. Balland nous oblige à l'annoncer dès aujourd'hui, afin de nous réserver le droit d'en poursuivre le développement. »

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète périodique de Brooks* (1889, *v* — 1896, *c*), *des comètes de Giacobini* (1896, *d*), *Brooks-Spéra* (1896, *e*), *Perrine* (1896, *f*), *Perrine* (1896, *g*), *faites au grand équatorial de l'observatoire de Bordeaux; par MM.* G. Rayet, L. Picart *et* F. Courty. Note de M. G. **Rayet.**

Dates 1896.	Étoiles.	Temps sidéral de Bordeaux.	Δα comète.	Δ℘ comète.	Observateurs.
		h m s	m s	′ ″	
		Comète périodique de Brooks (1889, *v* — 1896, *c*).			
Août 13......	1	20.17.22,5	+1.39,72	+ 6.12,06	L. Picart
14......	2	19.52.15,2	+2.34,11	— 0.50,30	L. Picart
17......	3	20.37.36,4	+4.27,22	— 1.57,43	L. Picart
Sept. 2......	4	20.32.59,0	+3.44,72	+ 5.45,65	L. Picart
3......	5	20.20.27,1	+3. 4,85	+ 4.55,36	L. Picart
		Comète Giacobini (1896, *d*).			
8......	6	19.47.56,3	—0.59,87	+ 3.42,42	L. Picart
10......	7	19.37. 5,6	—2.11,68	+ 7.59,08	L. Picart
		Comète Brooks-Spéra (1896, *e*).			
10......	8	21. 6.34,8	+3.16,25	+ 6.36,53	G. Rayet
		Comète Perrine (1896, *f*).			
Nov. 29......	9	22.36.35,2	+1.55,54	— 2.35,87	G. Rayet
Déc. 3......	10	22.31.56,9	—2.57,55	— 2. 3,14	G. Rayet
		Comète Perrine (1896, *g*).			
25......	11	3.20.50,4	+1.46,22	+16.33,95	G. Rayet
1897.					
Janv. 3......	12	5.29.26,5	—2. 5,25	— 8.11,23	F. Courty

Positions moyennes des étoiles de comparaison pour 1896,0 *et* 1897,0.

Étoiles.	Catalogue et autorité.	Ascension droite moyenne.	Réduction au jour.	Distance polaire moyenne.	Réduction au jour.
		h m s	s	° ′ ″	″
1...	½ [Argelander-OEltzen, 22268 (3 obs. Bord.). — Radcliffe$_3$, 6058]	22.30.59,99	+4,17	108.48.34,8	—20,67
2...	Argelander-OEltzen, 22241 (3 obs. Bord.)..	22.29.32,35	+4,20	108.57.14,8	—20,34

Étoiles.	Catalogue et autorité.	Ascension droite moyenne.	Réduction au jour.	Distance polaire moyenne.	Réduction au jour.
		h m s	s	° ′ ″	″
3...	½ [Munich₁, 31091. — Munich₂, 12528]....	22.25.30,66	+4,23	109. 2.44,0	—20,27
4...	½ [Munich₁, 30748. — Radcliffe₃, 6001]....	22.15.43,76	+4,40	109. 1.46,6	—19,22
5...	½ [Munich₁, 30748. — Radcliffe₃, 6001]....	22.15.43,76	+4,40	109. 1.46,6	—19,17
6...	⅓ (Schjellerup, 6216. — Munich₁, 13940. — Weisse₁, XVII, 292)................	17.19.10,15	+3,02	98. 5. 1,8	+ 5,72
7...	Weisse₁, H. XVII, 388..................	17.24.22,21	+3,02	98.20. 0,5	+ 5,39
8...	½ (A.G.Z. Helsingfors, 7905. — Bonn, t. VI +55°, 1671..........................	14.16 26,48	+0,98	35. 1.35,3	+ 3,66
9...	A.G.Z. Leipzig..........................	19.52.13,14	+2,33	82.45.26,4	— 9,69
10...	Bonn, t. VI +5°, 4377. — A. G. Z. Leipzig..	19.55.28,64	+2,38	84.44.28,0	— 9,11
11...	½ (Weisse₁, H. II, 658.—A.G.Z. Albany, 774)	2.40.10,09	+4,55	88.53. 2,4	—22,35
12...	⅓ (Weisse₁, H. III, 538. — Borgen, 931. — Schjellerup, 1081)....................	3.31.26,02	+1,65	90.37.55,3	— 5,91

Positions apparentes des comètes.

Comète périodique de Brooks (1889, *v*. — 1896, *c*.).

Dates 1896.	Temps moyen de Bordeaux.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parall.	Distance polaire apparente.	Log. fact. parall.
	h m s	h m s		° ′ ″	
Août 13....	10.46. 5,2	22.32.43,88	—$\bar{1}$,398	108.54.56,2	—0,882
14.....	10.16.56,3	22.32.10,64	—$\bar{1}$,457	108.56. 4,2	—0,875
17.....	10.50.22,4	22.30.22,11	—$\bar{1}$,321	109. 0.26,3	—0,885
Sept. 2.....	9.42.51,2	22.19.32,88	—$\bar{1}$,303	109. 7.13,1	—0,890
3.....	9.26.25,4	22.18.53,01	—$\bar{1}$,348	109. 6.22,8	—0,886

Comète Giacobini (1896, *d*).

Sept. 8.....	8.34.20,4	17.18.13,30	+$\bar{1}$,414	98. 8.50,0	—0,838
10.....	8.15.39,7	17.22.13,55	+$\bar{1}$,374	98.28. 5,0	—0,843

Comète Brooks-Spéra (1896, *e*).

Sept. 10.....	9.44.44,3	14.19.43,71	+$\bar{1}$,855	35. 8.15,6	—0,668

Comète Perrine (1896, *f*).

Nov. 29.....	6. 0. 7,8	19.54.11,01	+$\bar{1}$,482	82.42.40,8	—0,751
Déc. 3.....	5.39.46,0	19.52.33,47	+$\bar{1}$,434	84.42.15,8	—0,762

Comète Perrine (1896, *g*).

Déc. 25.....	9. 1.21,9	2.42. 0,86	+$\bar{2}$,865	89. 9.14,0	—0,789
1897. Janvier 3....	10.34.13,8	3.29.22,44	+$\bar{1}$,324	90.29.38,2	—0,800

M. **Armand Gautier**, en présentant à l'Académie son Ouvrage, *Leçons de Chimie biologique normale et pathologique*, s'exprime ainsi :

« Ces *Leçons de Chimie biologique* forment la deuxième édition de mon *Cours de Chimie biologique*.

» Depuis la première édition (1892), trop peu d'années se sont écoulées pour qu'il ait été nécessaire de remanier profondément cet Ouvrage. On y trouvera cependant des Chapitres tout à fait nouveaux, tels que ceux relatifs à la constitution et à l'évolution chimique de la cellule, à l'histoire des toxines et des ferments. D'autres ont subi d'importantes additions ou modifications ; je citerai en particulier toute la partie consacrée à l'examen des mécanismes qui, dans la cellule vivante, transforment la matière organique, et en particulier les albuminoïdes, en dérivés de plus en plus simples jusqu'à l'urée, l'eau et l'acide carbonique.

» J'ai essayé d'analyser avec soin les rôles respectifs que l'eau, les sels, les ferments solubles et les agents physiques jouent dans les protoplasmas vivants. J'ai donné de nouvelles preuves de la nécessité de séparer les *phénomènes de fermentation* et les dédoublements hydrolytiques qui se produisent dans la cellule en dehors de tout accès de l'oxygène et en milieu réducteur, des *phénomènes d'oxydation* proprement dits qui se passent pour ainsi dire à la surface de l'élément anatomique au contact direct ou indirect du sang oxygéné.

» Des actions fermentatives et des dédoublements anaérobies qui atteignent les principes albuminoïdes des protoplasmas, dérive une série de *produits* qu'emmagasine la cellule ou qu'elle rejette ou excrète au dehors. C'est de l'oxydation de ces produits secondaires, et non de l'oxydation des principes protéiques constitutifs des protoplasmas, que l'animal tire la majeure partie de l'énergie calorifique et mécanique dont il dispose.

» J'ai exposé avec soin ces considérations dans la *Quatrième Partie* de cet Ouvrage. J'y fournis des preuves, que je crois définitives, de l'origine en grande partie fermentative de l'urée et des uréides qui se forment, suivant moi, chez l'animal, presque entièrement en dehors de toute accession de l'oxygène apporté par la respiration et le sang.

» Je dois ici mes remercîments à un jeune savant français, M. Maurice Arthus, professeur de Physiologie à Fribourg, qui a bien voulu me prêter son aide pour la revision de la partie physiologique de cette édition. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission qui sera chargée de désigner un jeune savant français auquel sera accordé l'encouragement fondé par la Société Royale de Londres, en mémoire de l'éminent physicien Joule.

MM. Berthelot, Cornu, Mascart, Sarrau, Maurice Lévy réunissent la majorité des suffrages.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. P. Carles adresse un Mémoire intitulé : « Hygiène alimentaire ; vin rouge et vin blanc ».

(Commissaires : MM. Armand Gautier, Aimé Girard, Müntz.)

MM. G. Besançon et E. Aimé adressent une Note relative à un projet de « traversée aérienne de l'Europe centrale ».

(Renvoi à la Commission des aérostats.)

M. O. Julien adresse un Mémoire intitulé : « De la raréfaction de l'air dans les ballons ».

(Renvoi à la Commission des aérostats.)

Un pli cacheté, déposé à l'Académie le 17 juillet 1844 par M. B. Heine, aujourd'hui décédé, est ouvert en séance, sur la demande de ses héritiers.

Le contenu de ce pli est relatif à diverses questions de Chirurgie. Il est renvoyé à la Section de Médecine et Chirurgie, qui sera juge de l'usage qu'on en pourrait faire dans l'intérêt de la Science.

CORRESPONDANCE.

M. Berthelot présente à l'Académie un Volume intitulé : « Scritti intorno alla teoria moleculare ed atomica ed alla notazione chimica, di

S. Cannizzaro ». Ce Volume a été imprimé, à l'occasion du 70e anniversaire de la naissance de l'éminent chimiste (13 juillet 1896), par une souscription internationale.

ASTRONOMIE. — *Nébuleuses nouvelles, découvertes à l'Observatoire de Paris* (suite) [1]. Note de M. G. Bigourdan, présentée par M. Lœwy.

Numéros.	Ascension droite. 1860,0	Distance polaire. 1860,0	
	h m s	° ′	
282.	11.24.49	98.58	Objet formé par une étoile 13,3, un peu nébuleuse et entourée d'un peu de nébulosité de 8″ à 10″ de diamètre.
283.	11.28.40	67.27	Gr. 13,5. Objet soupçonné seulement et qui exigerait un instrument plus puissant.
284.	11.42.15	94.20	Nébuleuse très difficile à voir à cause du voisinage d'une étoile de gr. 12, située vers $p = 300°$, $d = 0',3$.
285.	11.50.38	61.24	Gr. 13,3. Objet stellaire, un peu nébuleux et que le voisinage d'une étoile de gr. 9,5-10 empêche d'apercevoir facilement.
286.	11.51. 8	91.18	Trace de nébulosité excessivement faible.
287.	11.57.25	87.25	Gr. 13,3-13,4. Nébuleuse demi-stellaire, de 15″ de diamètre, avec condensation centrale qui ressort fortement et qui paraît formée par 2 ou 3 étoiles très faibles et très voisines.
288.	11.58.36	68.56	Gr. 13,5, Traces excessivement faibles de nébulosité. Une étoile 11,8-12 est vers $p = 155°$, $d = 1',8$.
289.	11.58.46	68.28	Nébuleuse très faible, voisine mais distincte des nébuleuses de la région qui se trouvent dans N.G.C.
290.	12.12.36	83.14	Gr. 13,4-13,5, de 25″ à 30″ de diamètre; vers le centre est un point stellaire 13,4-13,5, près duquel on en soupçonne plusieurs autres.
291.	12.16.28	82. 9	Objet formé par une étoile de gr. 12, un peu nébuleuse et accompagnée de nébulosité très peu étendue.
292.	12.16.32	81.57	Gr. 13,5. Trace de nébulosité presque complètement insaisissable.
293.	12.16.37	82. 1	Gr. 13,4, diffuse, de 30″ à 40″ de diamètre, un peu plus brillante vers le centre, qui est granuleux.
294.	12.16.42	82. 5	Gr. 13,3-13,4, assez diffuse, de 20″ à 25″ de diamètre, avec condensation assez stellaire qui ressort légèrement.

[1] Voir *Comptes rendus*, t. CXXIII, p. 1243.

Numéros.	Ascension droite. 1860,0	Distance polaire. 1860,0	
	h m s	° ′	
295.	12.16.54	82. 9	Gr. 13,3-13,4 ou 13,4, assez diffuse, de 50″ de diamètre, à peine plus brillante vers le centre; dans toute son étendue on soupçonne de petits points stellaires.
296.	12.18.20	73. 5	Gr. 13,4; 20″ de diamètre; dans son étendue on soupçonne plusieurs points assez stellaires; pourrait être un amas. Peut-être identique à 787 N.G.C. (Supplément.)
297.	12.18.53	73.33	Gr. 13,4 diffuse, de 15″ à 20″ de diamètre, avec condensation assez stellaire et qui ressort légèrement.
298.	12.19.40	80.21	Gr. 13,4-13,5, très diffuse et très large, d'environ 2′,5 d'étendue, à peine plus brillante vers le centre, qui est granuleux. Pourrait être 4411 N.G.C., avec une erreur de 17ˢ en ascension droite.
299.	12.26.53	73.52	Gr. 13,4. Diffuse, 1′ de diamètre, légèrement plus brillante vers le centre, sans condensation bien marquée. Sans doute identique à Javelle 219 = 800 N.G.C. (Supplément.)
300.	12.43.24	98.16	Gr. 13,3-13,4, de 15″ de diamètre, plus brillante vers le centre, avec condensation stellaire qui ressort assez bien.
301.	12.44. 2	103.48	Gr. 13,2-13,3, assez petite, de 15″ à 20″ de diamètre, avec condensation centrale assez diffuse, un peu stellaire et qui ressort bien.
302.	12.44.14	102.34	Gr. 13,3, peut-être irrégulière, de 30″ à 35″ d'étendue, avec condensation centrale demi-stellaire qui ressort légèrement.
303.	12.44.14	103.28	Gr. 13,4, un peu plus brillante vers le centre, sans condensation bien marquée. Une étoile de grandeur 13,3 est très voisine vers $p = 270°$, $d = 0′,8$.
304.	12.44.39	103.42	Gr. 13,4, de 25″ de diamètre, un peu plus brillante vers le centre, sans condensation bien marquée; dans son étendue, on soupçonne au moins deux petits points stellaires. Une étoile 13,2-13,3, située vers $p = 180°$, $d = 0′,8$, gêne pour voir et pour mesurer cette nébuleuse.
305.	12.53. 2	103.29	Trace excessivement faible de nébulosité; soupçonnée seulement.
306.	12.53.56	61.13	Étoile de gr. 13, accompagnée de nébulosité. Une étoile 13,2-13,3 est vers $p = 25°$, $d = 1′$.
307.	12.54. 6	61. 9	Gr. 13,4, diffuse, de 20 à 25″ de diamètre, un peu plus brillante vers le centre, avec condensation demi-stellaire qui ressort assez bien.
308.	12.54. 9	61.12	Gr. 13,4, 20″ de diamètre, plus brillante vers le centre, avec condensation assez diffuse, qui ressort légèrement.
309.	12.55. 9	60.13	Gr. 13,4-13,5, soupçonnée seulement; elle est voisine d'une étoile de grandeur 11-12, située vers $p = 90°$, $d = 1′,4$.
310.	12.55.23	60.15	Trace de nébulosité soupçonnée tout contre et en avant de l'étoile 2357 BD + 29°.

Numéros.	Ascension droite. 1860,0	Distance polaire. 1860,0	
	h m s	° ′	
311.	12.55.49	61. 8	Gr. 13,4-13,5, très diffuse, assez étendue, peut-être 30″ à 40″ de diamètre, très légèrement plus brillante vers le centre, sans condensation proprement dite.
312.	12.56. 8	61.11	Gr. 13,5, sans détail perceptible à cause de son extrême faiblesse.
313.	12.57. 3	61.16	Gr. 13,4, 15″ de diamètre, avec condensation centrale assez stellaire, et qui donne à l'ensemble le même aspect assez stellaire.
314.	12.57. 4	100.42	Gr. 13,3-13,4, nettement nébuleuse, de 30″ de diamètre, avec condensation centrale demi-stellaire qui ressort assez bien et qui donne à l'ensemble l'aspect légèrement stellaire.
315.	12.58.54	100.49	Étoile 13,3-13,4, qui paraît accompagnée de nébulosité.
316.	12.58.57	100.48	Assez brillante, gr. 13,0-13,2, de 30″ à 35″ de diamètre, plus brillante vers le centre, avec condensation assez diffusé qui ressort bien. L'étoile nébuleuse précédente est vers $p = 225°$, $d = 1'$.
317.	13.16.57	110.25	Gr. 13,4, de 30″ de diamètre, un peu plus brillante vers le centre, qui a l'aspect granuleux et qui ressort légèrement.
318.	13.43.31	55.38	Gr. 13,4. Objet stellaire qui paraît accompagné de quelques traces de nébulosité. Une étoile 13,0 est vers $p = 10°$, $d = 2',5$.
319.	13.56.54	79.48	Étoile de gr. 13,4, accompagnée de nébulosité très faible et de 25″ à 30″ de diamètre. La région où se trouve cet objet serait à examiner avec un instrument plus puissant.
320.	14.20.33	84.32	Gr. 13,4-13,5, d'aspect un peu stellaire, comme la partie centrale qui ressort bien. Diamètre : 25″ environ.
321.	14.31. 1	47.43	Entrevue seulement; ciel médiocre.
322.	14.34.57	46.39	Gr. 13,4-13,5. Paraît formée par de petites étoiles entremêlées de nébulosité, allongée vers $p = 230°$, et de 1′ de long sur 0′,5 à 0′,7 de large.
323.	15.59.57	96. 0	Étoile de gr. 13,3-13,4, qui a paru accompagnée de quelques traces de nébulosité.
324.	16.32.48	53.37	Objet de gr. 13,4-13,5, assez stellaire, mais qui paraît sûrement nébuleux.
325.	16.32.51	53.38	Étoile de gr. 13,3, qui paraît entourée d'une nébulosité très faible et d'environ 15″ de diamètre.
326.	16.52.36	66.52	Objet de gr. 13,4-13,5, qui paraît nébuleux; il exigerait un instrument plus puissant.
327.	16.55. 6	42.36	Objet très faible, de même aspect que 6279 N.G.C., mais beaucoup plus difficile à voir.

ASTRONOMIE. — *Observation des étoiles filantes du 12 décembre 1896, à Athènes.* Note de M. **D. Eginitis**, présentée par M. M. Lœwy.

« Au commencement de la soirée du 12 décembre 1896, nous avons observé une pluie météorique, assez abondante, dans la constellation d'Orion. Cet essaim, qui n'est signalé ni dans l'*Annuaire du Bureau des Longitudes* (1896), ni dans la liste de M. W.-F. Denning, publiée dans le *Companion to the Observatory* (1896), nous paraît être nouveau.

» Le nombre des météores de cet essaim, aperçus par nous, notre aide M. Terzakis et notre assistant M. Hazapis, dans l'espace de trois heures, monte à 50 environ. Pendant l'observation le ciel était assez pur, mais la Lune, âgée de huit jours, se trouvait au-dessus de l'horizon et gênait un peu l'observation des plus faibles météores. On voyait pourtant les étoiles de 5e grandeur.

» Les trajectoires des météores, observées de 9^h à $10^h 48^m$ (t. m. d'Athènes), tracées sur une Carte, nous donnent comme radiant un cercle de $10°$ de rayon, et dont le centre, coïncidant avec α Orion, a pour coordonnées

$$\alpha = 87° 25', \quad \delta = 7° 23'.$$

» Malheureusement, le ciel fut couvert pendant plusieurs jours de suite après le jour de l'observation de cet essaim et ne nous a pas permis de continuer les observations pour déterminer la durée de sa chute.

» Le même soir, M. Terzakis, observant l'essaim de α Gémeaux, a aperçu, de $9^h 8^m$ à $10^h 40^m$ (t. m. d'Athènes), quatre météores seulement, dont les trajectoires, tracées sur une Carte, nous donnent un point radiant à côté de α Gémeaux et dont les coordonnées sont

$$\alpha = 107° 0', \quad \delta = + 30° 12',$$

» L'*Annuaire du Bureau des Longitudes* (1896) donne pour cet essaim

$$\alpha = 107°, \quad \delta = + 33°. »$$

ASTRONOMIE. — *Remarque sur la méthode de Gauss pour la détermination des orbites des petites planètes.* Note de M. **J. Perchot**, présentée par M. Poincaré.

« Soient t, t', t'' les temps des trois observations; α, α', α'' les longitudes géocentriques de la planète; β, β', β'' ses latitudes géocentriques; ρ, ρ', ρ'' ses distances à la Terre; r, r', r'' ses distances au Soleil. Soient encore L, L′, L″ les longitudes du Soleil; R, R′, R″ ses distances à la Terre.

» On désigne par k la constante de Gauss, par $[r'r'']$, $[r'r]$, $[rr']$ les doubles des aires des triangles formés par le Soleil et deux des positions de la planète. On pose

$$\theta = k(t'' - t'), \qquad \theta' = k(t'' - t), \qquad \theta'' = k(t' - t), \qquad \mathrm{P} = \frac{\theta''}{\theta},$$
$$n = \frac{[r'r'']}{[rr']}, \qquad n'' = \frac{[r'r]}{[rr'']}, \qquad \mathrm{N} = \frac{[\mathrm{R'R''}]}{[\mathrm{RR'}]}, \qquad \mathrm{N''} = \frac{[\mathrm{R'R''}]}{[\mathrm{RR'}]}.$$

» On écrit que les trois positions de la planète sont dans un même plan passant par le Soleil. On a des équations pour déterminer ρ, ρ', ρ'' en fonction des quantités précédentes. On en tire la valeur de ρ'; on en déduit successivement ρ, ρ'', r, r''. On détermine les lieux héliocentriques qui correspondent aux observations extrêmes; et, enfin, les éléments elliptiques.

» En posant

$$(1) \quad \begin{cases} \mathrm{K} = \operatorname{tang}\beta\sin(\alpha'' - \alpha) - \operatorname{tang}\beta'\sin(\alpha'' - \alpha') + \operatorname{tang}\beta''\sin(\alpha' - \alpha), \\ \mathrm{A} = \mathrm{R}\,[\operatorname{tang}\beta''\sin(\alpha - \mathrm{L}) - \operatorname{tang}\beta\sin(\alpha'' - \mathrm{L})], \\ \mathrm{B} = \mathrm{R''}[\operatorname{tang}\beta''\sin(\alpha - \mathrm{L''}) - \operatorname{tang}\beta\sin(\alpha'' - \mathrm{L'})], \\ \mathrm{C} = \mathrm{R'}[\operatorname{tang}\beta''\sin(\alpha - \mathrm{L'}) - \operatorname{tang}\beta\sin(\alpha'' - \mathrm{L'})], \end{cases}$$

on a

$$(2) \qquad \mathrm{K}\rho'\cos\beta' = n\mathrm{A} + n''\mathrm{B} - \mathrm{C}.$$

» On développe n et n'' suivant les puissances de θ, θ', θ'' et l'on pose

$$(3) \quad \begin{cases} \mathrm{Y''} = \dfrac{\theta'^2 - \theta^2}{3} + \theta''\dfrac{\theta''^2 + \theta\theta'' - \theta^2}{2r'}\dfrac{dr'}{\mathrm{K}dt} + \ldots, \\ \mathrm{Y} = \dfrac{\theta'^2 - \theta''^2}{3} - \theta\,\dfrac{\theta^2 + \theta\theta'' - \theta''^2}{2r'}\dfrac{dr'}{\mathrm{K}dt} + \ldots. \end{cases}$$

On a ainsi

$$(4)\qquad n = \frac{\theta}{\theta'}\left(1 + \frac{Y''}{2r'^3}\right), \qquad n'' = \frac{\theta''}{\theta'}\left(1 + \frac{Y}{2r'^3}\right).$$

» D'autre part, en posant

$$(5)\qquad \eta = \frac{\theta\sqrt{p}}{[r'r'']}, \qquad \eta' = \frac{\theta'\sqrt{p}}{[rr'']}, \qquad \eta'' = \frac{\theta''\sqrt{p}}{[rr']},$$

on trouve que

$$(6)\qquad Y'' = 2r'^3\left(\frac{\eta'}{\eta} - 1\right), \qquad Y = 2r'^3\left(\frac{\eta'}{\eta''} - 1\right).$$

» L'équation (2) peut s'écrire

$$(2')\qquad \begin{cases} K\rho'\cos\beta' + C = \dfrac{A+PB}{1+P}\left(1 + \dfrac{Q}{2r'^3}\right), \\ Q = \dfrac{AY'' + RPY}{A+PB}. \end{cases}$$

» En considérant le triangle formé au temps t' par le Soleil, la Terre et la planète, on a, avec les notations habituelles,

$$(7)\qquad \rho' = \frac{R'\sin(\delta - z)}{\sin z}, \qquad r' = \frac{R'\sin\delta}{\sin z}.$$

On porte ces valeurs dans (2'), et l'on pose successivement

$$(8)\qquad \begin{cases} C - KR'\cos\beta'\cos\delta = S\cos\sigma, \\ KR'\cos\beta'\sin\delta = S\sin\sigma, \\ \dfrac{P+1}{A+BP} S\sin\sigma = \Omega\sin\omega_1, \\ \dfrac{P+1}{A+BP} S\cos - 1 = \Omega\sin\omega_1, \\ M = \dfrac{Q}{2(R'\sin\delta)^3\Omega}. \end{cases}$$

On trouve ainsi l'équation de Gauss

$$(9)\qquad M\sin^4 z = \sin(z + \omega_1).$$

» Pour obtenir ρ' et r', on calcule des valeurs approchées de Y et Y″ par les formules (3), dans lesquelles on néglige les termes en r'. On en déduit une valeur approchée de Q par (2'). On détermine M par les formules (8), on résout l'équation (9), on porte la valeur de z dans les formules (7). On calcule les éléments jusqu'à p. On détermine ensuite η, η',

η'' par les formules (5), on calcule des valeurs plus approchées de Y et Y″ par les formules (6). On en déduit une nouvelle valeur de Q par (2′), et on recommence les calculs précédents.

» Je me propose de montrer qu'on peut éviter ces approximations et obtenir directement la valeur exacte de Q.

» L'équation de Gauss est obtenue en éliminant ρ', r' entre les équations (2) ou (2′) et (7). Or, en remplaçant z par δ, les équations (7) donnent

$$\rho' = 0, \qquad r' = R;$$

les rapports n, n'' deviennent N, N″. En écrivant que les trois positions de la Terre sont dans un même plan avec le Soleil, comme on l'a fait pour la planète, et en combinant convenablement les équations obtenues, on trouve

$$0 = NA + N''B - C;$$

c'est précisément ce que devient l'équation (2) quand on y fait $\rho' = 0$, $r' = R'$.

» L'équation de Gauss admet donc la solution $z = \delta$; et l'on a

$$M \sin^4 \delta = \sin\delta \cos\omega_1 + \cos\delta \sin\omega_1.$$

» En faisant les transformations (8) dans l'ordre inverse, on trouve, après simplification,

$$\frac{Q}{2R'^3} = \frac{P+1}{A+BP} C - 1.$$

Cette formule donne directement la valeur exacte de Q. »

ASTRONOMIE. — *Distances du système solaire*. Note de M. **Delauney**. (Extrait.)

« Les quatre planètes inférieures, Mercure, Vénus, la Terre et Mars, sont à des distances du Soleil qui peuvent être représentées, avec beaucoup d'exactitude, d'une façon assez simple.

» On a, en effet, en prenant pour unité la distance de la Terre au Soleil :

Distance de Mercure..	$\frac{14}{36} = 0,389$;	distance réelle..........	0,387
» de Vénus....	$2^{\frac{14-1}{36}} = 0,722$;	»	0,723
» de la Terre..	$3^{\frac{14-2}{36}} = 1,000$;	»	1,000
» de Mars.....	$5^{\frac{14-3}{36}} = 1,528$;	»	1,524

» Quant aux quatre planètes supérieures, l'examen de leurs distances nous a conduit à un résultat très imprévu : la distance de chacune de ces planètes serait reliée d'une façon simple à celle de l'une des planètes inférieures; ainsi la distance de Jupiter serait en liaison avec celle de Mars, celle de Saturne avec celle de la Terre, celle d'Uranus avec celle de Vénus et celle de Neptune avec celle de Mercure. Les huit planètes principales du Soleil pourraient donc être considérées comme formant quatre couples, composés chacun d'une planète inférieure et d'une planète supérieure, et l'accouplement serait réalisé en se rapprochant du Soleil pour les planètes inférieures et en s'éloignant de cet astre pour les planètes supérieures. Les relations entre les distances des planètes de chaque couple s'exprimeraient comme suit :

» Les rapports des distances dans chaque couple se suivraient comme les termes d'une progression géométrique dont la raison serait $8\frac{1}{2}$. »

MÉCANIQUE ANALYTIQUE. — *Sur le mouvement d'un solide dans un liquide indéfini.* Note de M. **R. Liouville**, présentée par M. Appell.

« Dans une Note insérée aux *Comptes rendus* le 28 décembre dernier, M. Stekloff signale deux cas, dans lesquels le problème du mouvement d'un solide dans un liquide indéfini admet une quatrième intégrale quadratique. Le premier avait été obtenu et signalé, il y a quelque temps déjà, par M. Stekloff lui-même, le second par M. Liapounoff, et M. Stekloff ajoute que les conditions exigées par ces deux cas ne lui semblent pas comprises, comme elles devraient l'être, parmi celles que j'ai données pour l'existence d'une quatrième intégrale algébrique. (Note du 23 novembre 1896.)

» La divergence cependant n'est qu'apparente, et c'est ce que je voudrais expliquer brièvement.

» J'ai discuté, dans la Note citée, deux hypothèses :

» Selon l'une, les coefficients qui entrent dans la forme T_2 sont tous distincts. Le résultat *direct* de mes recherches était alors le suivant : Si les équations du problème admettent, outre les intégrales communes à tous les cas, une quatrième intégrale algébrique, celle-ci peut être supposée quadratique. Pour énoncer les conditions qu'elle exige, j'ai emprunté au Mémoire bien connu de Clebsch ses conclusions, que j'ai acceptées sans examen. Or, il y a, dans l'énumération faite par le savant géomètre,

une lacune, signalée pour la première fois par M. Stekloff, en sorte que les conditions, indiquées par Clebsch comme nécessaires, définissent seulement un cas particulier. Il convient donc de modifier, en conséquence, la façon dont j'avais énoncé mes résultats sur ce point et de dire, en conservant la proposition telle qu'elle se déduit directement de mon analyse : *Quand les coefficients de* T_3 *sont différents, une quatrième intégrale algébrique peut toujours être supposée quadratique.* Ses conditions d'existence sont celles qui ont été données par Clebsch et par M. Stekloff.

» La seconde partie de ma Note du 23 novembre dernier était consacrée à une seconde hypothèse ; d'après celle-ci, deux des coefficients de la forme T_3 cessent d'être distincts, par exemple $A_2 = A_3$. Bien que j'aie négligé de le mentionner d'une façon expresse, je ne me suis nullement occupé de ce qui a lieu quand la forme T_3 présente, non plus deux, mais trois coefficients égaux.

» Les problèmes de cette espèce admettant une quatrième intégrale algébrique se répartissent en plusieurs catégories :

» 1° Ceux qui sont limites d'un cas constaté dans la première hypothèse; tel est celui que M. Liapounoff a fait connaître et que rappelle M. Stekloff dans sa Note du 28 décembre dernier;

» Ceux qui sont limites d'un cas constaté dans la seconde hypothèse.

» Enfin, rien jusqu'à présent n'empêche d'imaginer une troisième catégorie, la seule qui puisse réclamer une étude particulière; elle serait constituée par les cas ne rentrant dans aucune des deux précédentes. C'est un sujet que je n'ai pas traité; je ne pense pas qu'il s'y rencontre des difficultés insurmontables, mais la méthode dont j'ai fait usage ne s'y applique qu'après des modifications de détail assez sensibles.

» Cette question pourra trouver place dans le Mémoire où je réunirai les preuves des propositions énoncées dans ma Note du 23 novembre 1896. »

THERMODYNAMIQUE. — *Au sujet de la Note de M.* Delsol, *intitulée : « Sur une machine thermique ».* Note de M. H. **Pellat**, présentée par M. Lippmann.

« M. Delsol a donné, dans les *Comptes rendus* du 28 décembre 1896, la description d'une machine thermique à dissolution ammoniacale, qui, d'après lui, pourrait avoir un rendement supérieur à $\frac{t-t'}{t}$, en désignant

par t et t' les températures absolues de la source chaude et de la source froide.

» Je ferai remarquer d'abord que, si cette assertion était exacte, le principe de l'équivalence ou le principe de Carnot serait inexact, car l'impossibilité pour une machine thermique d'avoir un rendement supérieur à $\frac{t-t'}{t}$ est une conséquence directe de ces deux principes. Or, l'un et l'autre ont donné tant de preuves de leur exactitude, qu'il est peu probable que l'un d'eux se trouve en défaut pour les phénomènes qui se produisent dans le moteur de M. Delsol. On doit même considérer ces deux principes comme de véritables lois physiques, car ils ont été vérifiés directement par l'expérience dans tous les cas particuliers étudiés.

» On peut adresser deux objections aux raisonnements de M. Delsol :

» 1° L'auteur considère comme nul ou négligeable (car il n'en fait aucune mention) le travail que doit fournir son moteur pour faire passer un volume v de la dissolution ammoniacale du réservoir froid, où la pression est P', au réservoir chaud où la pression P est plus grande. Or, ce travail, égal à $(P - P')v$, est tout à fait comparable à celui que doit fournir un moteur à vapeur d'ammoniaque (sans eau) dans la dernière phase adiabatique de la période. Il n'est donc pas prouvé qu'on puisse écrire, avec les notations de M. Delsol, $\rho(\pi + \alpha + k) > \pi \frac{t - t_0}{t}$, relation qui lui sert de point de départ.

» 2° De ce que la chaleur latente de vaporisation de l'ammoniaque pour $273° + 15°$ est égale à 260, il ne s'ensuit pas, *en l'absence de toute donnée expérimentale,* qu'à $273° + 70°$ elle soit supérieure ou au moins égale à 200, comme l'admet l'auteur. Rien ne prouve non plus que la quantité $\pi + \alpha + k$, sur laquelle on ne sait rien au point de vue expérimental, ne soit pas supérieure à la limite assignée par l'auteur $(200 + 260 + 40)$. On ne voit donc pas ce qui permet d'écrire

$$\frac{\pi}{\pi + \alpha + k} \geq \frac{32}{100}. \text{ »}$$

PHYSIQUE. — *Sur la variation de la température de fusion avec la pression.* Note de M. **R. Demerliac**, présentée par M. Lippmann.

« Dans une précédente Communication (¹) j'ai montré que la formule de Clapeyron se vérifiait très exactement, dans le cas de la fusion de la benzine, entre 1^{atm} et 10^{atm}. Avec le même appareil j'ai étudié la paratoluidine et la naphtylamine α, après avoir déterminé pour chacun de ces corps la chaleur de fusion et la variation de volume qu'ils éprouvent au moment de la fusion sous la pression normale.

» Avec ces données, la variation dT de la température de fusion correspondant à une variation dp de pression de 1^{atm} :

1° Calculée pour la paratoluidine est de........	0°,0188
Observée entre 1^{atm} et 10^{atm}................	0,0187
Différence...........	0,0001

inférieure aux erreurs d'observation ;

2° Calculée pour la naphtylamine α est de......	0°,0170
Observée entre 1^{atm} et 10^{atm}................	0,0170
Différence...........	0,0000

» On peut donc conclure que la formule de Clapeyron, relative à la fusion, est rigoureuse et que, par conséquent, si l'on y introduit les valeurs de dT, $(u' - u)$ et L trouvées expérimentalement, on en peut déduire la valeur de l'équivalent mécanique de la chaleur.

» J'ai ensuite déterminé, à des pressions croissantes, l'accroissement de la température de fusion correspondant à un même accroissement de pression; le corps étant comprimé dans un espace clos au moyen du mercure, c'est-à-dire en évitant l'influence de la lumière et d'un gaz quelconque, j'ai constaté que, dans ces conditions, cet accroissement allait en diminuant et tendait vers zéro.

» Avec la benzine, les mesures ont été faites de 10^{atm} en 10^{atm} jusqu'à 450^{atm} et les résultats, moyennes d'un très grand nombre d'expériences, permettent la construction d'une courbe en prenant comme ordonnées les accroissements de la température de fusion et comme abscisses les pres-

(¹) *Comptes rendus*, 18 mai 1896.

sions en atmosphères. Cette courbe tourne sa concavité vers l'axe des pressions.

» J'ai trouvé, en calculant l'équation d'une hyperbole rapportée aux mêmes axes et passant par cinq de ses points, que cette hyperbole se confond d'une façon si satisfaisante avec la courbe expérimentale, qu'on peut considérer cette dernière comme une portion d'hyperbole. Les différences entre les températures de fusion, calculées à l'aide de l'équation et les températures trouvées expérimentalement, ne dépassent pas 0°,001, inférieures, par conséquent, aux erreurs d'observation. Au delà de 330 atmosphères, la courbe se rapproche d'une parallèle à l'axe des pressions, c'est-à-dire qu'au delà de cette pression le quotient $\frac{dT}{dp}$ tend vers zéro.

» Ce résultat ne paraissant pas confirmer ceux de M. Damien ([1]), j'ai refait les mêmes déterminations sur la paratoluidine et la naphtylamine α, corps étudiés par MM. Battelli et Damien.

» Avec la paratoluidine, l'équation de l'hyperbole, qui passerait par cinq des points de la courbe expérimentale, permet de calculer les résultats suivants :

	Accroissement de la température de fusion.		
Pressions.	Observé.	Calculé.	Différences.
atm.	°	°	°
10	0,187	0,187	0,000
40	0,663	0,664	+0,001
80	1,114	1,113	−0,001
120	1,333	1,334	+0,001
160	1,428	1,429	+0,001
180	1,430	1,430	0,000

» Les points de fusion ayant servi au calcul correspondent aux pressions 1, 20, 50, 100, 150 atmosphères.

» Les conclusions sont donc les mêmes que précédemment; $\frac{dT}{dp}$ tend vers 0 quand p croît au delà de 180 atmosphères.

» Avec la naphtylamine α, j'ai trouvé des résultats confirmant les conclusions précédentes; $\frac{dT}{dp}$ tend vers 0 quand p croît au delà de 150 atmosphères.

» En conséquence, on peut conclure que la variation de la température

([1]) *Comptes rendus*, t. CXII; 1891.

de fusion, sous l'influence de la pression, peut être représentée par une courbe hyperbolique, et que cette variation tend vers une limite finie quand la pression augmente indéfiniment ([1]). »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur la valeur absolue des éléments magnétiques au 1er janvier 1897*. Note de M. **Th. Moureaux**, présentée par M. Mascart.

« *Parc Saint-Maur.* — Les observations magnétiques, en 1896, ont été continuées dans les mêmes conditions que les années précédentes. Les courbes de variations des trois éléments sont dépouillées pour chaque heure, et les repères vérifiés par de fréquentes déterminations absolues.

» Les valeurs des divers éléments au 1er janvier 1897 sont déduites de la moyenne de toutes les valeurs horaires du 31 décembre 1896 et du 1er janvier 1897, rapportées à des mesures absolues faites les 26 et 31 décembre. La variation séculaire résulte de la comparaison entre les valeurs actuelles et celles qui ont été données pour le 1er janvier 1896 ([2]).

	Valeurs absolues au 1er janvier 1897.	Variation séculaire en 1896.
Déclinaison	15° 1',5	−5',3
Inclinaison	65° 0',8	−1',6
Composante horizontale	0,19693	+0,00017
Composante verticale	0,42256	−0,00016
Force totale	0,46619	−0,00008

» L'observatoire du Parc Saint-Maur est situé par 0°9'23" de longitude est et 48°48'34" de latitude nord.

» *Perpignan.* — Les observations magnétiques sont faites à Perpignan, avec des instruments semblables à ceux du Parc Saint-Maur, et d'après les mêmes méthodes. Les courbes relevées et réduites sous la direction de M. le Dr Fines sont également dépouillées heure par heure. Les valeurs au 1er janvier 1897 résultent de la moyenne des valeurs horaires du 31 dé-

---

(1) Ce travail a été fait à l'Université de Caen.

(2) *Comptes rendus*, t. CXXII, p. 30; 1896.

cembre 1896 et du 1er janvier 1897, contrôlées par des mesures absolues faites par M. Cœurdevache les 28, 29 et 30 décembre.

	Valeurs absolues au 1er janvier 1897.	Variation séculaire en 1896.
Déclinaison	13°53′,3	−4′,0
Inclinaison	60° 5′,2	−1′,7
Composante horizontale	0,22416	+0,00034
Composante verticale	0,38962	+0,00016
Force totale	0,44950	+0,00030

» L'observatoire de Perpignan est situé par 0°32′45″ de longitude est et 42°42′8″ de latitude nord.

» *Nice.* — L'installation magnétique de l'observatoire de Nice est identique à celles du Parc Saint-Maur et de Perpignan. Les valeurs des éléments au 1er janvier 1897 résultent du dépouillement horaire des courbes de variations relevées pendant les journées du 31 décembre 1896 et du 1er janvier 1897, et des mesures absolues faites par M. Auvergnon les 26, 29 et 31 décembre.

	Valeurs absolues au 1er janvier 1897.	Variation séculaire en 1896.
Déclinaison	12°15′,4	−4′,8
Inclinaison	60°16′,5	−2′,8
Composante horizontale	0,22304	+0,00036
Composante verticale	0,39064	+0,00011
Force totale	0,44982	+0,00008

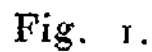
» L'observatoire de Nice est situé par 4°57′48″ de longitude est et 43°43′17″ de latitude nord. »

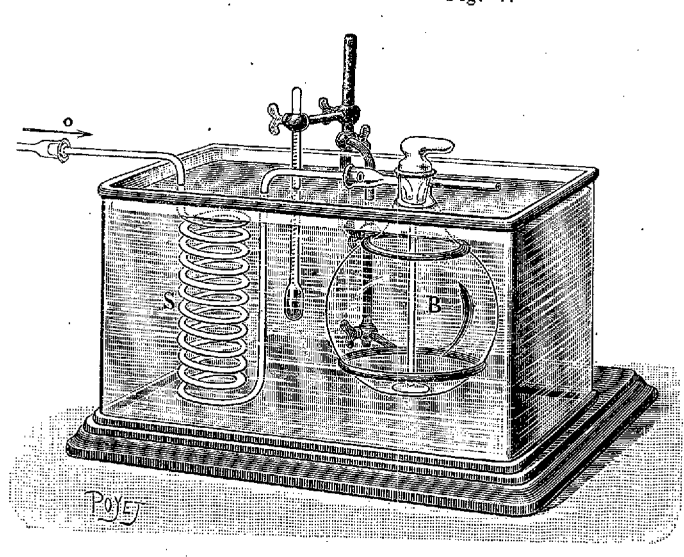
CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la densité de l'ozone.* Note de M. **Marius Otto**, présentée par M. Friedel.

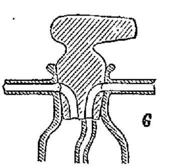
« La densité de l'ozone n'a pas été l'objet de mesures directes ; grâce à un dispositif particulier, je suis arrivé à la déterminer. M. Soret, en employant la méthode de diffusion de Graham, avait exécuté une série d'expériences (*Annales de Chimie et de Physique,* t. XIII, p. 257-282 ; 1868) qui le conduisirent à admettre pour ce gaz la formule O^3.

» *Appareil.* — L'appareil que j'ai utilisé (*fig.* 1) se compose essentiellement d'un serpentin en verre S et d'un ballon B, de 1^{lit} environ de capacité, plongés dans une cuve à eau.

» Le ballon est maintenu dans l'eau à l'aide de deux anneaux fixés sur une tige; cette dernière est réunie, au moyen d'une noix à vis, à un support dont la tablette supporte l'ensemble du système. Un thermomètre plonge dans l'eau de la cuve.


Fig. 1.





» Le ballon est muni d'un bouchon en verre, très soigneusement rodé; son col porte deux tubulures diamétralement opposées. Deux orifices, percés dans le bouchon et dont les axes sont situés dans un même plan (*fig.* 1, voyez *a*), permettent d'ouvrir et de fermer le ballon par un simple mouvement de rotation du bouchon; un des orifices porte un tube qui se prolonge jusqu'au fond du ballon.

» *Marche de l'expérience.* — Après avoir soigneusement desséché le ballon, on dispose l'appareil comme l'indique la *fig.* 1. On fait alors arriver, suivant le sens indiqué par la flèche O, un courant d'oxygène pur et sec qui traverse d'abord le serpentin; le but de ce dernier est de faciliter l'établissement de l'équilibre de température entre le gaz et l'eau de la cuve. L'oxygène pénètre ensuite dans le ballon et, par déplacement, chasse l'air qu'il contient. Quand tout l'air a été expulsé, ce que l'on vérifie par pesées successives, en constatant que le poids du ballon ne varie plus, on le ferme et on le porte une dernière fois sur la balance.

» Soient P le poids du ballon rempli d'oxygène pur et sec, V le volume

du gaz à 0° et à 760^mm, D la densité de l'oxygène; on peut écrire

$$(1) \qquad P = VD.$$

» Cette première pesée effectuée, on remet le ballon dans les conditions initiales, en ayant soin de maintenir constante la température de l'eau de la cuve, et l'on substitue au courant d'oxygène pur un courant d'oxygène ozoné. En pesant alors le ballon on constate une augmentation de poids p.

» Si l'on désigne par v le volume de l'ozone, ramené à 0° et à 760^mm, qui se trouve dans le ballon et par x sa densité, on a

$$(2) \qquad P + p = (V - v)D + vx.$$

» Cela fait, on dose la quantité totale d'ozone contenu dans le ballon. C'est là le point délicat de l'expérience, car les dosages d'ozone sont sujets à de nombreuses causes d'erreur. Je suis néanmoins arrivé à obtenir des résultats précis en employant une solution contenant 16^gr,6 d'iodure de potassium et 9^gr,8 d'acide sulfurique par litre d'eau. On introduit dans le ballon la solution iodurée. Pour éviter la perte de bulles d'oxygène ozoné qui s'échapperaient au moment de cette introduction, on a soin de remplir le ballon de gaz, à une température d'environ 10°, et on le refroidit à 0° au moment de faire l'analyse; la contraction de la masse gazeuse évite toute fuite. D'abondantes vapeurs blanches se dégagent au contact de l'ozone et de la solution iodurée; on agite jusqu'à ce qu'elles disparaissent complètement. On dose, au moyen de l'hyposulfite de sodium, l'iode mis en liberté.

» Soit p_1 le poids correspondant d'ozone

$$(3) \qquad p_1 = vx.$$

Si l'on porte dans l'équation (3) la valeur de v tirée de cette dernière équation et celle de VD tirée de l'équation (1), on obtient pour x

$$(4) \qquad x = \left(\frac{p_1}{p_1 - p}\right) D.$$

» *Résultats.* — Je résume, ci-dessous, les résultats de deux expériences prises dans la longue série de celles que j'ai exécutées et qui toutes m'ont donné des résultats concordants. Durant ces expériences, la pression ba-

rométrique (745^{mm}) et la température de l'eau de la cuve (11°) n'ont pas varié.

Quantités.	Expérience I.	Expérience II.
P............	$\overset{gr}{122,8170}$	$\overset{gr}{122,8151}$
P + p........	122,8316	122,8292
p............	0,0146	0,0141
p_1...........	0,0440	0,0421

» Si l'on substitue à p et à p_1 leurs valeurs réelles dans l'équation (4), on obtient pour x :

Expérience I. — Expérience II.

$$x_1 = \left(\frac{0,044}{0,044 - 0,0146}\right) 1,1056 = 1,6546, \quad x_2 = \left(\frac{0,0421}{0,0421 - 0,0141}\right) 1,1056 = 1,6623.$$

» Les quantités entre parenthèses ont respectivement pour valeur :

Expérience I.	Expérience II.
$\frac{3}{2} - 0,0034$,	$\frac{3}{2} + 0,0035$.

» On peut donc écrire

$$\frac{p_1}{p_1 - p} = \frac{3}{2} \pm \varepsilon.$$

» Or ε est une quantité de l'ordre de grandeur des erreurs inhérentes aux expériences; on peut le négliger et écrire

$$\frac{p_1}{p_1 - p} = \text{const.} = \frac{3}{2}.$$

» La densité de l'ozone est donc une fois et demie celle de l'oxygène, soit 1,6584.

» Les chiffres fournis par les expériences I et II concordent parfaitement avec ce résultat. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Décomposition des sulfates métalliques par l'acide chlorhydrique.* Note de M. ALBERT COLSON, présentée par M. P. Schützenberger.

« J'ai montré que l'action du gaz HCl sec sur SO^4Na^2 sec était compliquée par l'existence de plusieurs sulfates définis, mais qu'elle se résumait dans l'existence d'un certain nombre de phases de dissociations

hétérogènes. Il est alors évident qu'avec un métal ne possédant qu'un sulfate défini le phénomène se simplifiera.

» Le sulfate de plomb par sa stabilité et sa fixité se rapproche des sulfates alcalins et alcalinoterreux; il remplit les conditions désirables.

$$SO^4Pb + 2HCl = SO^4H^2 + PbCl^2 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots + 10^{cal},1$$

» *Expérience.* — Dans deux ballons de même capacité munis d'un tube manométrique, on enferme 14^{gr} de sulfate de plomb chauffé à 150°, puis on remplit à froid les appareils de gaz chlorhydrique séché sur P^2O^5. L'un des ballons renferme finalement 130^{cc} de ce gaz, tandis que l'autre en contient 380^{cc}. On observe alors

	Premier ballon.	Second ballon.
Tension à 0°	180	179
» 10	284	278
» 14,5	351	357

» On peut donc admettre l'égalité des pressions à une même température, et constater que ces tensions ne dépendent pas de la masse du gaz HCl, mais seulement de la température.

» Examinons maintenant s'il y a déplacement de l'acide sulfurique par l'acide chlorhydrique ou formation d'une sorte de chlorhydrate plus ou moins défini $SO^4Pb, nHCl$ susceptible d'émettre des vapeurs.

» Répétons l'expérience précédente; puis, après vingt-quatre heures de contact, projetons le solide dans l'alcool, agitons et décantons : l'alcool renferme de l'acide sulfurique libre précipitable par les sels de baryte et de plomb. On peut objecter que l'alcool a dérangé les conditions d'équilibre; c'est pourquoi j'ai tenté de mettre en évidence le déplacement de l'acide sulfurique par l'acide chlorhydrique en formant des sels colorés :

» Le sulfate de cuivre anhydre est blanc; le chlorure cuivrique est jaune brun. Si sur du sulfate de cuivre sec on fait réagir HCl sec, on constate que le sulfate initialement blanc devient jaune brun, et l'on observe qu'à une température déterminée correspond une pression qui ne varie pas, même quand la masse d'acide chlorhydrique augmente de 30 pour 100.

	Millimètres de mercure.
Pression à 0°	87
» 12°,5	99
Ébullition de l'éther (38°)	192
» 12°,5	99

» En outre, la présence de taches blanches, qui se forment surtout par le refroidissement du sulfate préalablement chauffé dans HCl, dénote qu'une masse en dissociation n'est pas nécessairement homogène.

» Cette expérience est sujette à une nouvelle objection. Dans les sulfates aisément dissociables l'acide sulfurique est déplacé par l'acide chlorhydrique; les belles expériences de MM. Hautefeuille et Serret sur la reproduction du corindon par l'action sur l'alun de l'acide chlorhydrique comprimé en sont une preuve, mais il reste toujours un doute à l'égard d'un sulfate aussi fixe et aussi stable que le sulfate de plomb.

» J'ai donc tassé du sulfate de plomb dans un creuset qui fut ensuite placé dans un bocal rempli de gaz chlorhydrique à la température de 0°. Au bout de vingt-quatre heures, j'ai vivement enlevé le sulfate qui formait une sorte de culot; rien n'adhérait au vase poreux, et cependant celui-ci renfermait une quantité d'acide sulfurique libre correspondant à 15^{cc} de KOH à $\frac{1}{4}$ de molécule par litre.

» 2° Dans un flacon j'ai mis du sulfate de plomb et du gaz chlorhydrique sec vers 0°. J'ai retourné rapidement le bocal sur du papier d'amiante sec et j'ai comprimé énergiquement : l'acide ainsi exprimé a nettement mouillé le papier et a pu être reconnu et dosé. Il n'y a donc plus de doute, l'acide sulfurique est déplacé par le gaz chlorhydrique. Tout le gaz absorbé par le solide entre-t-il en réaction? C'est un point que j'élucide en ce moment à l'aide de la Thermochimie; en même temps je m'attache à préciser le rôle des réactions secondaires.

» Si l'action du gaz chlorhydrique sur les sulfates est assimilable aux dissociations hétérogènes, deux conclusions sont nécessaires :

» 1° L'acide sulfurique vers 15° n'attaquera pas le chlorure de plomb placé dans une atmosphère de gaz chlorhydrique, puisque la tension de dissociation ci-dessus déterminée est à 15° inférieure à une demi-atmosphère. De fait, j'ai vérifié que dans ces conditions une molécule d'acide sulfurique reste pendant huit jours sans action sur une molécule de chlorure de plomb : l'attaque n'a lieu que si l'on abaisse suffisamment la pression;

» 2° Non seulement le principe de l'équivalence mécanique s'applique à ces phénomènes de déplacement, mais le principe de Carnot intervient d'une façon nette et certaine, et permet de préciser le rôle de la chaleur dégagée dans ces sortes de réactions. En effet, pour les phénomènes chimiques réversibles comme pour les vapeurs saturées, la chaleur dégagée L [1] est liée à la température absolue T à la pression p par la

---

[1] L étant également rapportée à l'unité de masse.

relation

$$L = \frac{T}{425}(u' - u)\frac{dp}{dT},$$

u' étant le volume d'un kilogramme de matière à l'état de vaporisation totale et u le volume de la même masse à l'état condensé. La discussion de cette expression dans les différents cas qui peuvent se présenter jette un grand jour sur la question du déplacement d'un acide volatil par un acide fixe. Faute d'espace, je me contente de conclure ici que :

» Le déplacement d'un acide volatil par un acide fixe de même force n'est pas déterminé par la seule volatilité de l'acide gazeux. Dans la plupart des cas, il est indispensable de faire intervenir la chaleur ou le vide, absolument comme dans la volatilisation de l'eau, attendu que ces déplacements sont des phénomènes analogues aux dissociations hétérogènes et que la tension maxima à la température ordinaire est, dans ces déplacements, généralement inférieure à la pression atmosphérique. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la polymérisation de quelques composés cyaniques* (*Rectification à ma précédente Note sur le* Cy^3Cl^3). Note de M. **Paul Lemoult.**

« Les données calorimétriques permettent d'évaluer la chaleur dégagée dans la transformation qui réunit trois molécules de certains composés cyaniques en une molécule tricondensée du composé cyanurique correspondant, par exemple $CyCl$ en Cy^3Cl^3, $CAzOH$ en $C^3Az^3O^3H^3$ et CAz^2H^2 en $C^3Az^6H^6$.

» En faisant cette comparaison, je me suis aperçu d'une erreur de calcul dans la dernière Note que j'ai publiée (*Comptes rendus*, t. CXXIII, p. 1276). En calculant la chaleur de formation du chlorure cyanurique, à partir des éléments, j'ai négligé de tenir compte de la décomposition de l'eau exigée par la combustion de ce corps. Le nombre que j'ai obtenu,

$293^{Cal},7$ pour la combustion à volume constant de Cy^3Cl^3,

répond, en effet, à la réaction suivante :

$$C^3Az^3Cl^3_{sol} + \tfrac{3}{2}H^2O_{liq} + \tfrac{9}{2}O = 3CO^2_{gaz} + 3HCl_{diss} + 3Az_{gaz}.$$

» Il en résulte :

	Chaleur de combustion.	Chaleur de formation à partir des éléments.
A volume constant	$293^{Cal},7$	$+ 3^{Cal},9$
A pression constante.........	$292^{Cal},4$	$+ 5^{Cal},2$

» Ces nombres rectifiés modifient les résultats numériques relatifs aux différentes réactions que j'ai envisagées, mais sans changer le sens général des conclusions auxquelles les anciens résultats m'avaient conduit. Voici les réactions modifiées d'après les nouvelles données :

1° $3HCy_{liq} + 6Cl_{gaz} = Cy^3Cl^3_{sol} + 3HCl_{gaz}$ .... $+141^{Cal},7$
2° $3PCl^5_{sol} + 2Cy^3O^3H^3_{sol} = 2POCl^3_{liq} + PO(OH)^3_{sol}$
$+ 3HCl_{gaz} + 2Cy^3Cl^3_{sol}$.. $+ 12^{Cal},9$

» 3° La substitution de trois oxhydriles à 3Cl dégage 161,1, soit pour chaque substitution $+ 53^{Cal},7$; c'est le même nombre que pour le chlorure et l'acide phosphorique $54^{Cal},4$; mais ceci est un cas particulier d'une remarque plus générale.

» Si, en effet, nous calculons la réaction

$$Cy^3Cl^3_{sol} + 3H^2O_{liq} = Cy^3O^3H^3_{sol} + 3HCl_{gaz},$$

nous la trouvons exothermique pour $20^{Cal},1$, soit pour chaque fonction acide $6^{Cal},7$. Or, on sait que cette réaction, appliquée aux chlorures acides tels que le chlorure acétique, se changeant en acide acétique, dégage environ 6^{Cal} pour chaque fonction acide. Le chlorure cyanurique ne s'écarte pas de cette règle. Nous pouvons alors, avec quelque vraisemblance, l'appliquer aux chlorure et acide cyaniques et établir, sous toutes réserves, la chaleur de formation, à partir des éléments, de l'acide cyanique liquide; nous avons en effet

$CyCl_{liq} + H^2O_{liq} = Cy(OH)_{liq} + HCl_{gaz}$ .... $+ 6^{Cal}$ environ
$-27,05$ 69 x 22

» D'où

$$x + 22 + 27,05 - 69 = 6,$$

c'est-à-dire

$C + Az + O + H = CAzOH_{liq}$ .... $+ 26^{Cal}$ sous toutes réserves.

» Arrivons maintenant aux calculs des chaleurs de polymérisation, et rapportons-les à une molécule du composé cyanique.

» *a*. Nous avons

$CyCl_{liq} = \frac{1}{3}Cy^3Cl^3_{sol}$ .... $+ 28^{Cal},7$

» *b*. Pour les acides cyanique et cyanurique, nous pouvons écrire

$CAzOH_{diss} = \frac{1}{3}C^3O^3Az^3H^3_{diss}$ .... $+ 16^{Cal},7$
$CAzOH_{liq} = \frac{1}{3}C^3Az^3O^3H^3_{sol}$ .... $+ 29^{Cal},4$ sous toutes réserves

» *c*. Faisons le même calcul pour les amides. J'ai établi que

$$C + 2Az + 2H = CAz^2H^2_{sol} \ldots\ldots \quad - 8^{Cal},2$$

» Des expériences que je publierai prochainement m'ont donné

$$3C + 6Az + 6H = C^3Az^6H^6_{sol} \text{ (mélamine)} \ldots\ldots \quad + 21^{Cal},9$$

» Donc la polymérisation de la molécule de cyanamide en mélamine dégage $+ 15^{Cal},5$.

» Ces résultats peuvent être réunis dans le Tableau suivant, que je compte compléter par de nouvelles recherches :

État initial.	État final.	Chaleur de transformation d'une molécule de composé cyanique.
		Cal
$CyCl_{liq}$	$Cy^3Cl^3_{sol}$	+ 28,7
$CAzOH_{liq}$	$C^3Az^3O^3H^3_{sol}$	+ 29,4
$CAzOH_{diss}$	$C^3Az^3O^3H^3_{diss}$	+ 16,7
CAz^2H^2	$C^3Az^6H^6$	+ 15,5

CHIMIE CRISTALLOGRAPHIQUE. — *Dimorphisme des succinates de camphols* $\overset{+}{\alpha}$ *et* $\overset{-}{\alpha}$; *isomorphisme des succinates de camphols* $\overset{+}{\alpha}$ *et* $\overset{-}{\alpha}$ *et des succinates d'isocamphols* $\overset{+}{\beta}$ *et* $\overset{-}{\beta}$. Note de M. **J. Minguin**, présentée par M. Friedel.

« Les succinates des bornéols, dont les déterminations cristallographiques font le sujet de cette Communication, ont été préparés par la méthode de M. Haller ([1]) avec les divers bornéols dont il a été question dans notre dernière Note ([2]).

» Le succinate racémique $\left(\overset{+}{\alpha}\overset{-}{\alpha}\right)$ a été obtenu en mélangeant poids égaux de succinate droit $\overset{+}{\alpha}$ et de succinate gauche $\overset{-}{\alpha}$.

» *Succinate de bornéol de Dryobalanops ou bien succinate de bornéol droit artificiel* $\overset{+}{\alpha}$. — Ce corps cristallise dans l'éther de pétrole en *tables hexagonales* modifiées par les faces du *rhomboèdre*. L'angle, formé par la face du rhomboèdre avec la base du prisme, est de 108°30′ et, par conséquent, de 161°30′ avec la face verticale. Cristallisé au sein de l'alcool méthylique, cet éther fournit des *prismes orthorhombiques* de 35° dans lesquels, pour $b = 1000$, $h = 543,5$.

» Les faces observées habituellement sont $m^1 h^1 e^1 \varphi$, φ représentant la face $b^1 b^{\frac{1}{3}} g^{\frac{1}{2}}$.

([1]) *Comptes rendus*, t. CVIII, p. 410.
([2]) *Comptes rendus*, t. CXXIII, p. 1296.

Ces prismes se montrent aussi quelquefois avec deux faces a^1 seulement. Dans tous les cas ils sont alors allongés et la chaleur de la main les divise en une grande quantité de petits prismes orthorhombiques, ce qui montre un clivage facile parallèlement à p.

» *Succinate de bornéol gauche* $\bar{\alpha}$. — Ce corps ne se distingue du précédent que par ce fait, qu'à l'état dissous il possède un pouvoir rotatoire égal, mais de sens contraire au premier. Il est absolument identique à son isomère droit au point de vue cristallographique. Cristallisé dans l'alcool méthylique, il a la forme de prismes orthorhombiques; cristallisé dans l'éther de pétrole, il a la forme de prismes hexagonaux. Ces deux succinates sont donc tous deux dimorphes. Dans les prismes la zone $\varphi h^1 e^1$ est remarquable à cause des angles 108°10′ et 161°30′. Nous avons vu en effet que cette zone qu'on retrouve presque identiquement d'ailleurs dans la forme hexagonale (108°30′, 161°30′) existe aussi à peu de chose près dans les combinaisons des aldéhydes aromatiques avec le camphre, dans les alcoylcamphres (¹) et dans le camphre lui-même.

» Il semblerait donc que le noyau $C^8H^{14}\langle$ est caractérisé par cette zone puisqu'une transformation de CH^2 ou de CO du groupe $\left\langle \begin{matrix} CH^2 \\ | \\ CO \end{matrix} \right.$ la laisse intacte. Réciproquement, il est très probable que quand nous trouverons cette zone dans un dérivé du camphre le noyau C^8H^{14} sera resté inattaqué.

» *Succinates de bornéols préparés avec un mélange de bornéols* $(\overset{+}{\alpha}\bar{\beta})$. — Le succinate de bornéol obtenu en faisant agir l'acide succinique à 140°, sur le mélange de bornéols $\overset{+}{\alpha}\bar{\beta}$, est lui-même un mélange de succinate droit $\overset{+}{\alpha}$ et de succinate gauche $\bar{\beta}$. Soit qu'on fasse cristalliser ce mélange dans l'alcool méthylique, soit qu'on le fasse cristalliser dans l'éther de pétrole, quel que soit le mode de cristallisation employé, on obtient toujours des tables hexagonales avec les mêmes modifications que dans les succinates $\overset{+}{\alpha}$ ou $\bar{\alpha}$. *Jamais il ne se forme de prismes orthorhombiques.* Nous concluons de là que les succinates d'isocamphols sont isomorphes avec les succinates de camphols, mais qu'il n'y a pas d'isodimorphisme et que le succinate d'isocamphol, qui est monomorphe, entraîne pour ainsi dire ses isomères stables à prendre sa forme cristalline.

» *Succinate de bornéol* $\bar{\beta}$. — Pour démontrer ce qui précède d'une façon directe, nous avons préparé un succinate en partant d'un isocamphol de pouvoir rotatoire —31°. La formation des cristaux a lieu péniblement; cependant, avec certaines précautions, on obtient des tables hexagonales. On fait alors les deux expériences suivantes :

» 1° On prend des cristaux de succinate de camphol droit $\overset{+}{\alpha}$ sous leur forme *hexagonale* ou *rhombique;* on leur ajoute du succinate d'isocamphol et l'on dissout ce mélange, soit dans l'alcool méthylique, soit dans l'éther de pétrole.

» 2° On prépare également un mélange de succinate de camphol gauche $\bar{\alpha}$ pris sous l'une ou sous l'autre de ses formes et de succinate d'isocamphol, puis on opère également la dissolution, soit dans l'alcool méthylique, soit dans l'éther de pétrole.

(¹) *Comptes rendus,* t. CXXII, p. 1548 et t. CXXIII, p. 248.

» En faisant varier autant qu'on le peut les conditions de cristallisation, on tombe toujours sur des tables hexagonales possédant les mêmes modifications et renfermant certainement du succinate d'isocamphol puisque le point de fusion s'est abaissé et que le pouvoir rotatoire n'est plus celui des succinates de bornéols stables.

» Nous avons ainsi recueilli, par cristallisations successives, des tables hexagonales excessivement nettes dont voici les points de fusion et les pouvoirs rotatoires correspondants :

Points de fusion.	Pouvoirs rotatoires.
78°	$\alpha_D = +30°$
76	$= +22$
74	$= +15$
72	$= +10$
71	$= +8$
66	$= -10$

Il faut dire cependant que la cristallisation a des tendances à devenir de plus en plus confuse au fur et à mesure que la quantité d'instable augmente dans le mélange.

» *Succinate de bornéol racémique.* — Nous n'avons pas pu faire de mesures d'angles sur les cristaux racémiques à cause de leur petitesse et de leur opacité. Néanmoins, on voit très bien à la loupe qu'ils diffèrent des deux formes citées plus haut, ce qu'on a toujours constaté, d'ailleurs, avec les véritables racémiques.

» Aux remarques que nous avons déjà faites nous devons ajouter les suivantes :

» La forme cristalline hexagonale des succinates se rapprochant notamment de celle du bornéol et de celle du camphre, il semblerait qu'une transformation du CO en CH OR du camphre n'affecte pas sensiblement la forme cristalline, tandis qu'une transformation opérée dans CH^2 se fait sentir davantage.

» Étant donné que tous les succinates de bornéols sont isomorphes dans le sens le plus strict du mot, il est permis de croire qu'une orientation différente des mêmes éléments ou radicaux autour des carbones asymétriques dans cette molécule n'a pas d'influence sur le réseau cristallin.

» Nous nous proposons d'étudier au même point de vue d'autres dérivés des bornéols; nous avons en outre l'intention de comparer entre eux les volumes moléculaires et les propriétés optiques de ces différents composés [1]. »

---

(1) Travail fait à l'Institut chimique de l'Université de Nancy, laboratoire de M. Haller.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action du cyanure de potassium sur les olides* 1.4. Note de M. **Edmond Blaise**, présentée par M. Friedel.

« M. W. Wislicenus a montré (¹) que, lorsqu'on chauffe les olides 1.4 avec du cyanure de potassium, on obtient un nitrile acide

$$\underset{\lfloor \text{O} \rule{8em}{0.4pt} \rfloor}{\text{R} - \text{CH} - \text{CH}^2 - \text{CH}^2 - \text{CO}} + \text{KCAz} = \text{R} - \text{CH(CAz)} - \text{CH}^2 - \text{CH}^2 - \text{COOK}.$$

» J'avais pensé pouvoir réaliser, par une réaction analogue, la synthèse de l'acide diméthyl-2.2-pentanedioïque à partir de la méthyl-2-pentanolide

$$\underset{\lfloor \text{O} \rule{8em}{0.4pt} \rfloor}{\begin{matrix}\text{CH}^3\\ \text{CH}^3\end{matrix}\!\!>\!\text{C} - \text{CH}^2 - \text{CH}^2 - \text{CO}} + \text{KCAz} = \begin{matrix}\text{CH}^3\\ \text{CH}^3\end{matrix}\!\!>\!\underset{\text{CAz}}{\text{C}} - \text{CH}^2 - \text{CH}^2 - \text{COOK},$$

$$\begin{matrix}\text{CH}^3\\ \text{CH}^3\end{matrix}\!\!>\!\underset{\text{CAz}}{\text{C}} - \text{CH}^2 - \text{CH}^2 - \text{COOK} + 2\text{H}^2\text{O} = \begin{matrix}\text{CH}^3\\ \text{CH}^3\end{matrix}\!\!>\!\underset{\text{CO}^2\text{H}}{\text{C}} - \text{CH}^2 - \text{CH}^2 - \text{CO}^2\text{K} + \text{AzH}^3.$$

» En réalité, l'acide que j'ai obtenu ainsi n'est pas l'acide diméthyl 2 2-pentanedioïque, mais l'acide isopropylsuccinique. Cette transformation peut s'expliquer, d'ailleurs, assez facilement. De même que les acides non saturés 3.4, traités par l'acide sulfurique, se transforment en olides 1.4, ces dernières, à haute température, peuvent repasser au type acide éthylénique. L'acide cyanhydrique, réagissant alors sur ce dernier, se fixe sur a liaison éthylénique, en donnant un nitrile d'un dérivé succinique

$$\underset{\lfloor \text{O} \rule{8em}{0.4pt} \rfloor}{\begin{matrix}\text{CH}^3\\ \text{CH}^3\end{matrix}\!\!>\!\text{C} - \text{CH}^2 - \text{CH}^2 - \text{CO}} = \begin{matrix}\text{CH}^3\\ \text{CH}^3\end{matrix}\!\!>\!\text{C} = \text{CH} - \text{CH}^2 - \text{CO}^2\text{H},$$

$$\begin{matrix}\text{CH}^3\\ \text{CH}^3\end{matrix}\!\!>\!\text{C} = \text{CH} - \text{CH}^2 - \text{CO}^2\text{H} + \text{HCAz} = \begin{matrix}\text{CH}^3\\ \text{CH}^3\end{matrix}\!\!>\!\text{CH} - \underset{\text{CAz}}{\text{CH}} - \text{CH}^2 - \text{CO}^2\text{H}.$$

» Néanmoins, cette transposition moléculaire n'est pas générale, et en traitant la valérolide par le cyanure de potassium, on obtient l'acide α-méthylglutarique. La migration tient vraisemblablement à ce que l'atome de carbone qui porte la fonction olidique ne possède plus d'hydrogène; cette

(¹) *Ann.*, t. CCXXXIII, p. 101, et *B.d. ch. G.*, t. XVIII, p. 172.

hypothèse sera vérifiée par l'action du cyanure de potassium sur l'heptalactone (méthyl-3-hexanolide-3.6) qui devra conduire, non pas à un acide méthyléthylglutarique, mais à un acide butylsuccinique.

» *Partie expérimentale.* — L'isocaprolactane (méthyl-2-pentanolide-2.5) a été préparée par oxydation de l'acide isocaproïque au moyen du permanganate de potassium. 10gr de cette olide, bouillant à 205°-207°, ont été chauffés en tube scellé, pendant cinq heures, à 270°-280°, avec 8gr de cyanure de potassium finement pulvérisé. A l'ouverture du tube, on constate une légère pression. Le contenu est redissous dans l'eau bouillante et épuisé à l'éther pour éliminer l'olide n'ayant pas réagi. La liqueur fortement colorée ainsi obtenue est décolorée par ébullition avec une petite quantité de noir animal et portée à l'ébullition pendant soixante heures, après addition de 15gr de potasse caustique; le mélange, acidulé par l'acide chlorhydrique, est épuisé à l'éther. Le résidu éthéré est alors distillé après ébullition avec du chlorure d'acétyle, pour transformer l'acide bibasique en son anhydride. Cet anhydride bout à 240°-250°.

» L'anhydride est dissous dans un peu de benzène et additionné de la quantité théorique d'aniline nécessaire pour le transformer en dérivé phénylamidé. Il se produit un échauffement considérable et bientôt le composé phénylamidé se précipite sous la forme de lamelles en losanges; on le purifie par cristallisation dans le benzène en présence de quelques gouttes d'alcool absolu. Il se présente alors en lamelles nacrées, fusibles de 142° à 144°, suivant la rapidité avec laquelle on prend le point de fusion.

» En fondant le dérivé phénylamidé $\begin{matrix} CH^3 \\ CH^3 \end{matrix}\rangle CH - \underset{\displaystyle CO^2H}{CH} - CO - AzH - C^6H^5$ et le maintenant pendant quelques minutes à la température de l'ébullition, on lui fait perdre de l'eau et on le transforme en dérivé anilé $\begin{matrix} CH^3 \\ CH^3 \end{matrix}\rangle CH - \begin{matrix} CH - CO \\ | \\ CH^2 - CO \end{matrix}\rangle Az - C^6H^5$. Celui-ci, lavé avec une solution de bicarbonate de sodium, pour éliminer la portion du corps phénylamidé non transformé, est purifié par cristallisation dans l'alcool dilué. Il se présente alors en aiguilles fusibles à 95°-96°.

» Enfin, le dérivé phénylamidé a été hydraté par ébullition avec l'acide chlorhydrique dilué. La liqueur, épuisée à l'éther, cède à celui-ci l'acide isopropylsuccinique qu'on purifie par cristallisation dans un mélange de benzène et d'éther de pétrole. Cet acide fond à 118°.

» Nous avons répété ces mêmes réactions avec l'acide isopropylsuccinique obtenu par fusion de l'acide camphorique avec la potasse. Cet acide, bien purifié, fond à 118° et fournit un dérivé phénylamidé et un dérivé anilé fusibles respectivement à 143° et 95°. L'acide obtenu à partir de la méthyl-2-pentanolide-2,5 est donc bien l'isopropylsuccinique.

» Je tente actuellement de réaliser la synthèse de l'acide diméthyl 2-2 pentane-dioïque par l'action du cyanure de potassium sur le bromo-2-mé-

thyl-2-pentanoate d'éthyle

$$\begin{matrix}CH^3\\CH^3\end{matrix}\!\!>\!CBr-CH^2-CH^2-CO^2-C^2H^5+KCAz=KBr+\begin{matrix}CH^3\\CH^3\end{matrix}\!\!>\!\underset{\displaystyle CAz}{\underset{|}{C}}-CH^2-\underset{\displaystyle CO^2-C^2H^5}{\underset{|}{CH^2}},$$

et saponification du nitrile-éther obtenu (¹).

CHIMIE ORGANIQUE. — *Éthers phosphoriques de l'alcool allylique.* Note de M. **J. Cavalier**, présentée par M. Troost.

« Dans une Communication antérieure (²) j'ai montré comment l'action de l'anhydride phosphorique sur l'alcool allylique étendu de son volume d'éther donne régulièrement de l'*acide monoallylphosphorique* $PO^4.C^3H^5.H^2$ que l'on isole à l'état de sel neutre de baryum, assez soluble dans l'eau à froid, très peu à chaud. Les eaux-mères de cette préparation, suffisamment évaporées, se prennent par refroidissement en une masse gélatineuse; c'est le sel de baryum de l'*acide diallylphosphorique* $PO^4(C^3H^5)^2H$, sel très soluble dans l'eau, cristallisant difficilement quand il est impur. On le transforme en sel de plomb $[PO^4(C^3H^5)^2]^2Pb$, qui se dépose, par refroidissement de sa solution concentrée, en fines aiguilles incolores, faciles à purifier par une nouvelle cristallisation. Mais on peut obtenir plus régulièrement et plus rapidement ce même composé en passant par le *phosphate triallylique*.

» J'ai préparé ce corps, $PO^4(C^3H^5)^3$, en ajoutant peu à peu du phosphate triargentique amorphe à la quantité calculée d'iodure d'allyle; l'action à froid est immédiate, la masse s'échauffe jusqu'à l'ébullition; on la reprend par l'éther, que l'on chasse au bain-marie après filtration. Le résidu est un liquide foncé, insoluble dans l'eau, difficile à purifier; distillé, même dans le vide, il se décompose partiellement, parfois brusquement. Mais cette purification est inutile pour la préparation des diallylphosphates. Le résidu brut, en effet, additionné d'eau et de la quantité calculée de baryte cristallisée, chauffé à l'ébullition pendant une heure, se saponifie et se transforme en diallylphosphate de baryum. Ici encore, il est nécessaire de passer par le sel de plomb, facile à purifier par cristallisation.

» L'acide diallylphosphorique est acide au méthylorange. Ses solutions

(¹) Travail fait au laboratoire de M. Béhal.
(²) *Comptes rendus*, t. CXXI, p. 69; 1895.

étendues sont stables à la température ordinaire, mais elles s'hydrolysent assez rapidement à chaud.

» Il se forme d'abord de l'acide monoallylphosphorique qui se saponifie à son tour et donne de l'acide phosphorique.

» Ainsi une solution étendue ($\frac{1}{20}$ molécule par litre), maintenue à une température voisine de 100°, m'a donné, pour une molécule d'acide, $PO^4(C^3H^5)^2H$:

	$PO^4(C^3H^5)^2H$.	$PO^4(C^3H^5)H^2$.	PO^4H^3.
Après 1h.30m environ.......	0,89	0,11	»
» 20	0,31	0,39	0,30
» 60	0,17	0,38	0,45

» Les *diallylphosphates* en solution sont beaucoup plus stables. On les obtient en saturant la solution acide précédente par les oxydes ou les carbonates métalliques, et évaporant dans le vide sec.

» Les sels de *sodium*, de *potassium* sont très déliquescents, difficilement cristallisables. Les sels de *calcium*, *baryum*, *plomb*, *argent*, cristallisés sont anhydres, très solubles dans l'eau, surtout à chaud.

» Leurs solutions, moyennement étendues, se saponifient lentement lorsqu'on les maintient à 100°. Après cent heures, $\frac{1}{20}$ environ du sel est transformé en monoallylphosphate; dans le cas du sel de baryum, le monoallylphosphate acide reste en solution; dans le cas du sel de plomb, la liqueur se trouble; il se dépose du monoallylphosphate neutre de plomb et la solution devient acide au méthylorange.

» *Action de la chaleur sur les diallylphosphates anhydres.* — Si l'on chauffe du diallylphosphate de plomb, il fond à 151°, puis vers 200°, se décompose en éther mono et éther trialcoolique, suivant l'équation

$$[PO^4(C^3H^5)^2]^2Pb = PO^4(C^3H^5)^3 + PO^4(C^3H^5)Pb.$$

» Le phosphate triallylique s'échappe presque complètement à l'état de vapeur.

» A une température plus élevée, le monoallylphosphate de plomb brûle, et le résidu final est du pyrophosphate de plomb.

» Le sel d'argent se comporte de même. Avec le sel de calcium la température nécessaire pour produire la même réaction est plus élevée et atteint celle de décomposition du phosphate triallylique, de sorte que, en définitive, le résidu de la calcination complète est composé presque uniquement de métaphosphate de calcium. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur une différence entre les levures hautes et basses*. Note de M. P. Petit.

« Les anciennes analyses élémentaires de levure indiquaient un taux d'azote un peu différent, suivant qu'il s'agissait d'une levure de fermentation haute ou basse; mais ce caractère ne présente peut-être pas toute la sécurité désirable, puisque, comme l'a montré Wijsman, la richesse en azote d'une levure varie avec le moment où l'on prend l'échantillon; il augmente pendant les premières heures de la mise en levain, pour décroître ensuite.

» M. A. Bau a indiqué un caractère différentiel basé sur l'action exercée sur le melitriose; ce sucre étant fermenté au moins partiellement par les levures basses, et inattaqué par les levures hautes.

» Je me suis demandé si les éléments azotés sont les mêmes pour les deux genres de levures, ou, en d'autres termes, si en fournissant à une levure un mélange d'azote amidé (asparagine) et d'azote ammoniacal (phosphate d'ammoniaque), la proportion d'azote amidé consommé serait la même que la levure fût haute ou basse.

» J'ai préparé une solution de glucose à 5 pour 100, additionnée d'asparagine et de phosphate d'ammoniaque; après stérilisation, on a dosé l'azote ammoniacal par distillation avec la magnésie, et l'azote amidé plus l'azote ammoniacal, en faisant bouillir le liquide avec un acide minéral, et distillant ensuite à l'appareil Schlœsing.

» Ce liquide a été réparti, avec les précautions ordinaires, dans deux ballons Pasteur stérilisés; l'un, A, a été ensemencé avec 3^{gr} de levure pure basse (race unique); l'autre B, avec le même poids de levure pure haute, également provenant d'une cellule isolée par la méthode Hansen. On a abandonné les deux ballons pendant douze jours, à la température du laboratoire, 16° environ; toute fermentation visible ayant cessé et le poids des ballons ne variant plus, on a dosé sur chacun d'eux, comme sur le liquide primitif, d'une part l'azote ammoniacal, d'autre part, la somme de l'azote ammoniacal et de l'azote amidé.

» On a trouvé ainsi, par 100^{cc} :

	Azote	
	ammoniacal.	amidé.
	gr	gr
Liquide primitif..........	58,86	27,03
Levure basse..............	38,56	23,72
Levure haute..............	44,49	19,28

» Par conséquent, il a été consommé, par 100^{cc} de liquide, $23^{mgr},61$

d'azote pour la levure basse, et $22^{mgr},12$ pour la levure haute, c'est-à-dire presque la même quantité dans les deux cas.

» Mais la composition de l'azote consommé est très différente ; en effet, en rapportant les chiffres trouvés à 100 d'azote consommé, on obtient :

	Azote	
	ammoniacal.	amidé.
Levure haute	65	35
Levure basse	86	14

» La levure haute a consommé plus du double d'azote amidé que la levure basse, et au contraire beaucoup moins d'azote ammoniacal.

» Si ce caractère est général, et de nouveaux essais permettront de le vérifier, il serait possible de caractériser une levure haute, par exemple, en comparant la proportion d'azote amidé qu'elle consomme, avec celle absorbée par une levure haute connue ([1]). »

PHYSIOLOGIE. — *Contribution à l'étude du ferment coagulateur du sang.* Note de MM. A. **Dastre** et N. **Floresco**, présentée par M. d'Arsonval.

« Pour connaître les propriétés et les conditions d'action du ferment soluble (*fibrin-ferment, thrombase*), qui fait coaguler le sang, ce n'est pas sur le sang lui-même qu'il convient d'opérer ; c'est seulement sur la partie liquide de ce sang, sur le *plasma*, absolument débarrassé, par centrifugation, des corpuscules qui y nagent, hématies et leucocytes. La raison en est simple ; c'est que certains de ces éléments figurés peuvent engendrer le ferment ; il faut les écarter, si l'on veut avoir affaire à une quantité fixe et déterminée de l'agent à étudier.

» Nous avons donc utilisé les *plasmas* au lieu des *sangs*. Et d'abord le *plasma naturel* (le sang moins les globules), transsudé dans les cavités séreuses, c'est-à-dire les sérosités (péritonéale, pleurale, péricardique, testiculaire) ; en second lieu, le *plasma oxalaté*, obtenu en ajoutant au sang qui sort de la veine de l'oxalate de potasse (1 à 3 pour 1000 de sang) ; puis le *plasma de peptone*, obtenu en saignant un chien auquel on a injecté préalablement des propeptones dans les veines ; enfin le *plasma de peptone hépatique*, obtenu en mélangeant au sang sortant du vaisseau une petite

([1]) École de Brasserie de l'Université de Nancy

quantité d'une certaine liqueur anticoagulante (préparée en laissant séjourner des protéoses dans le foie). Dans tous ces cas le sang reste liquide; les globules se séparent du plasma qui surnage. On achève et l'on rend plus parfaite la séparation en se servant de l'appareil à centrifuger.

» La coagulation n'a pas lieu dans ces liqueurs parce que les conditions de ce phénomène n'y sont pas réalisées. Ces conditions, dans l'état actuel de nos connaissances, sont au nombre de trois, à savoir : 1° l'existence du *fibrinogène* (globuline soluble en liqueur saline) qui se change en fibrine; 2° la présence de *sels solubles de chaux;* 3° la présence du *fibrin-ferment.*

» Le *plasma naturel* contient le fibrinogène, les sels solubles de chaux; il ne contient pas de ferment.

» Le *plasma oxalaté* contient le fibrinogène, le ferment; il lui manque les sels solubles de chaux.

» Le *plasma de peptone* (et il en est de même du plasma de peptone hépatique) contient les trois facteurs et cependant la coagulation n'a pas lieu. Quelques-uns des auteurs qui se sont occupés de cette question ont cru que le sang de peptone ne contenait point de ferment coagulateur; tels Schmidt-Mülheim, Fano, etc. Contrairement à cette supposition, nous démontrons que le fibrin-ferment existe dans le plasma de peptone, et cela de deux manières :

» 1° Il suffit de mélanger volumes égaux de ce plasma et de plasma naturel et de neutraliser; à la température de 40°, il se forme presque aussitôt un beau caillot gélatineux;

» 2° On ajoute au plasma une petite quantité d'acide acétique à 1 pour 1000 jusqu'à neutralisation et l'on place le tube à l'étuve pendant trois heures. On obtient encore un caillot très net. Ceci prouve que le ferment existe. Ce caillot a englobé tout le fibrinogène du plasma; le sérum ambiant n'en contient plus de disponible. Ceci prouve que le ferment est en quantité suffisante. Il est même en excès; on le montre en recueillant le sérum (séparé du caillot par filtration) et en le mélangeant à un volume double de sérosité péritonéale : on provoque ainsi la coagulation de ce nouveau liquide.

» Enfin, le ferment coagulateur existe, dans ce plasma de peptone, à l'*état de nature*. Il n'est pas à l'état de pro-ferment, non plus qu'engagé dans quelque élément figuré qui aurait échappé à la centrifugation. On s'en assure en ramenant à l'alcalinité primitive la liqueur acidifiée avec l'acide acétique (agent destructeur des pro-ferments et des éléments

figurés). L'échantillon ainsi ramené ne coagule pas, tandis que l'échantillon neutralisé coagule parfaitement.

» En résumé, le plasma de peptone réunit les trois conditions que l'on admettait comme suffisantes pour la coagulation. Celle-ci, cependant, ne se produit pas, à moins qu'on n'emploie l'acide acétique jusqu'à neutralisation. Il y a, par conséquent, une condition de milieu qui rend le ferment inefficace et que l'on fait disparaître par la neutralisation. C'est une analogie du fibrin-ferment ou thrombase avec les ferments digestifs, la pepsine active seulement en milieu acide, la trypsine du pancréas active en milieu alcalin : le lab-ferment en milieu acide ou neutre.

» Nous avons mesuré l'alcalinité des sangs et des plasmas incoagulables. Ces liquides sont plus alcalins que le sang normal. A mesure qne l'incoagulabilité diminue, l'alcalinité diminue aussi.

» Dans toutes les circonstances où l'on opère comparativement sur ces plasmas, on constate que la neutralisation par un acide quelconque permet ou accélère la coagulation qui, dans le milieu alcalin naturel, ferait défaut ou serait retardée. Le plasma de peptone, les plasmas faiblement oxalatés (0,3 à 1 pour 100) qui resteraient liquides, coagulent par neutralisation. Les mélanges de ces plasmas avec la sérosité péritonéale se comportent de même. La tentative de neutralisation du sang *in vivo*, par injection d'acide acétique, a pour effet encore d'accélérer la coagulation.

» Ces faits dévoilent la constitution du plasma de peptone; ils font connaître une condition qui exalte l'activité du ferment coagulateur; ils complètent enfin la théorie générale de la coagulation du sang et des plasmas en montrant que cet acte fait intervenir, outre les trois facteurs connus (fibrinogène, ferment, sels solubles de chaux), une quatrième condition, à savoir une condition de milieu (composition saline, équilibre salin) dont la neutralité n'est, en quelque sorte, que l'expression. »

PHYSIOLOGIE. — *Période réfractaire dans les centres nerveux.* Note de MM. **André Broca** et **Charles Richet**, présentée par M. Marey.

« I. Les expériences de M. Marey ont établi qu'il y a dans le cœur une phase réfractaire, période pendant laquelle le cœur ne répond pas à l'excitation électrique. Nous avons pu constater que cette phase réfractaire existe, plus prolongée encore, dans les centres nerveux soumis à des excitations rythmiques.

» II. C'est accidentellement que nous avons pu l'observer pour la première fois. C'était sur un chien atteint de l'affection dite *chorée*, caractérisée par des secousses rythmiques régulières, espacées d'environ une seconde. Nous avons excité la région rolandique de ce chien par des excitations électriques absolument constantes, et nous avons constaté que celles-ci n'étaient pas toujours efficaces.

» Pour arriver à ce résultat, le muscle pariétal du chien était enlevé au thermocautère; deux petites couronnes de trépan comprenaient entre elles le *sulcus cruciatus*. Les deux trous ainsi formés étaient filetés avec un taraud, et deux boutons d'ivoire, filetés à leur base, étaient vissés, à poste fixe, en ces deux points. Chacun de ces deux boutons d'ivoire est foré en son centre, et dans le trou entre à frottement doux une aiguille isolante d'ivoire de $1^{mm},5$ de diamètre et 60^{mm} de long, traversée, suivant son axe, par un fil conducteur qui affleure à une extrémité, et porte une borne à l'autre. On peut, de la sorte, exciter à une profondeur variable, en enfonçant plus ou moins l'aiguille d'ivoire; celle-ci est d'ailleurs assujettie à sa position par une vis de serrage qui traverse la paroi du bouton d'ivoire fixe.

» Dans ces conditions, l'excitation ne provoquait de réaction motrice que si elle tombait un certain temps après la secousse choréique spontanée. Sur deux autres chiens choréiques, nous avons vérifié la même loi, et nous avons pu prendre de nombreux graphiques qui établissent l'existence de ce fait.

» Soit un intervalle de 1^s entre deux secousses; on peut le diviser en deux périodes : une première période, α, de $0^s,5$ environ, pendant laquelle l'excitation électrique est inefficace (*phase réfractaire*) et une seconde, β, pendant laquelle l'excitation électrique est efficace.

Cette période β peut elle-même se subdiviser en deux autres; une première β', de $0^s,25$ environ, où l'excitation électrique provoque une secousse faible, mais qui va en croissant à mesure qu'on s'éloigne du début de la secousse choréique précédente (*phase de restauration*); et une seconde, β'', de $0^s,25$ aussi environ, pendant laquelle la secousse provoquée est plus forte qu'à l'état normal, et semble résulter de l'addition de la secousse choréique et de la secousse électrique (*phase d'addition*).

» III. On peut pousser plus loin l'analyse du phénomène.

» Soient, en effet, des secousses électriques espacées de $0^s,4$. Supposons que la première coïncide exactement avec une secousse choréique. La seconde tombera dans la période réfractaire α et n'aura aucun effet. La troisième tombera dans la période d'addition et elle se fusionnera avec la secousse choréique suivante. Cette nouvelle secousse entraînera avec elle

sa période réfractaire, donc les phénomènes recommenceront toujours de la même manière.

» Une secousse sur deux seulement sera suivie de réponse musculaire, ce qui met hors de doute l'existence de la période réfractaire dans les centres nerveux du chien choréique.

» IV. Mais ce phénomène n'est pas spécial aux chiens choréiques. Les faits physio-pathologiques ne peuvent être, en effet, suivant la conception profonde de Claude Bernard, que des faits physiologiques modifiés. En réalité, on peut démontrer que, chez l'animal normal, une période réfractaire existe, très manifeste, après toute excitation cérébrale électrique qui a provoqué une secousse.

» Mais, pour bien l'observer, il faut opérer sur des chiens refroidis et chloralosés. La température de l'animal ne doit cependant pas être inférieure à 30°, car, au-dessous de cette température, la réponse musculaire à l'excitation cérébrale est presque nulle.

» Nous avons disposé en série les secondaires de deux chariots de du Bois-Reymond et nous les avons réglés de manière que chacun des deux donne isolément la même secousse. Le premier avait un interrupteur réglé à une rupture par seconde. Le second était excité à la main; appelons *a* les excitations du premier, *b* celles du second. Nous pouvions produire une excitation *b* à un moment quelconque entre deux excitations.

» Dans ces conditions, nous avons trouvé la phase réfractaire.

» Elle ne commence qu'après une très courte période d'addition, qui suit immédiatement l'excitation. Cette période d'addition se chiffre par centièmes de seconde. La phase réfractaire dure environ $0^s,1$. Ensuite, on observe une réponse d'autant plus grande que le temps écoulé depuis l'excitation *a* est plus grand. Nous retrouvons donc la phase de restauration.

» V. On peut aussi, par des rythmes appropriés, avoir une seule réponse pour deux excitations, ce qui montre indiscutablement l'existence d'une phase réfractaire dans les centres nerveux de l'animal normal.

» A vrai dire, avec des excitations submaximales, nous avons toujours observé des réponses irrégulières aux courants induits rythmés envoyés dans les centres nerveux, alors qu'avec les mêmes appareils électriques le muscle excité directement donne des réponses absolument régulières.

» La phase réfractaire est une propriété qui semble propre aux centres nerveux; nous n'en avons pas trouvé trace dans le muscle normal du chien.

» Toutefois, on peut présumer qu'il existe quelque chose d'analogue

dans les muscles, ainsi que l'un de nous a pu le constater en étudiant le tétanos rythmique des muscles d'invertébrés.

» VI. Par là, on peut conclure que l'excitabilité du système nerveux passe par des phases régulières de décroissance et de retour après chaque excitation. Toute hypothèse sur la cause intime de la phase réfractaire est probablement prématurée; mais la seule connaissance de la durée de cette phase réfractaire, qui est de o'',1, nous conduit immédiatement à cette importante conclusion que les incitations volontaires motrices, ne peuvent pas dépasser le nombre de 10 par seconde. C'est, en effet, ce que nous a montré l'expérience, en comptant, par exemple, le plus grand nombre de syllabes qui peuvent être soit articulées, soit seulement pensées par seconde.

» Il est probable que l'étude plus approfondie de cette phase réfractaire éclaircira quelques faits dans le domaine de la psychologie et de la pathologie nerveuse. »

ZOOLOGIE. — *Évolution des Monstrillides* (Hæmocera *n. g.*, Danae *Clpd. et* Hæmocera filigranarum *n. sp.*) (¹). Note de M. **A. Malaquin**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Les Monstrillides, qui ont abandonné l'existence parasitaire pour gagner la haute mer, sont, comme on le sait, des Copépodes excellents nageurs. Bien que j'aie mis en observation dans mes bacs plusieurs centaines de *Hæmocera Danae*, sorties des grosses colonies de *Salmacyna Dysteri*, je n'ai jamais vu l'accouplement; mais j'ai constaté la ponte de plusieurs femelles dont les œufs, attachés aux deux longues soies génitales, forment une masse ovigère unique. Ces œufs ont une segmentation totale analogue à celle décrite chez le *Cetochilus australis* par Grobben.

» L'histoire ontogénique des Monstrillides peut se diviser en trois périodes : 1° la pénétration de l'embryon dans l'hôte; 2° son adaptation au parasitisme; 3° le développement normal des organes et des appendices de la vie pélagique.

(¹) Voir la Note précédente, *Comptes rendus*, 28 décembre 1896. Le Monstrillide parasite de *Filigrana implexa* a été rapporté par erreur au genre *Thaumaleus* dans cette précédente Note; il doit également rentrer dans le nouveau genre *Hæmocera*. — Travail du laboratoire du Portel.

» I. *Pénétration de l'embryon.* — On observe sur certaines Salmacynes, récoltées dans des colonies parasitées et elles-mêmes infestées, des masses sphériques ou ovalaires, possédant un rostre court, fixées sur la surface du corps ou, plus fréquemment, enfoncées dans l'intérieur de l'épiderme, sur les branchies, sur le thorax ou l'abdomen, sur la collerette ou la membrane thoracique et, souvent aussi, dans l'épithélium du pharynx ou de l'intestin antérieur. On les rencontre en nombre variable, quelquefois deux ou trois, souvent davantage. Ce sont les embryons du Monstrillide en voie de pénétration. Les cellules du blastoderme, inégales à l'origine, se sont segmentées et sont toutes devenues très petites.

» Comme ces embryons ne possèdent aucun appareil de locomotion, il n'y a qu'une façon d'expliquer leur présence sur l'hôte : c'est qu'ils y ont été déposés par la femelle dont les longues soies génitales ne peuvent que faciliter cet acte. Cette dissémination et ce dépôt des embryons sont, du reste, le seul rôle qu'on puisse supposer au Monstrillide adulte, privé de tube digestif et, par conséquent, incapable de suffire à son existence.

» La structure de cet embryon, formé d'une masse homogène de cellules très petites, susceptible, par conséquent, de modifier facilement sa forme, lui permettra de s'insinuer entre les tissus de l'hôte pour gagner le vaisseau sanguin ventral. Pour cela il s'allonge, se lobe, s'aplatit, présente des formes extrêmement variables et irrégulières. Sur la grande quantité qui parfois infeste une même Salmacyne, il y en a évidemment très peu qui atteignent le vaisseau où doit s'accomplir le développement. Les plus jeunes embryons que j'ai observés dans le système sanguin étaient placés dans un vaisseau branchial; plus fréquemment j'en ai observé dans le tronc commun branchial, de chaque côté du cerveau, et enfin dans le vaisseau ventral où les Monstrillides accomplissent leur évolution.

» II. Le jeune Monstrillide, encore logé dans l'épiderme, se nourrit déjà aux dépens de son hôte et s'accroît en volume. La première apparition des appendices se fait, dès ce moment, sous forme de deux bourrelets massifs, antérieurs et ventraux, qui s'allongent et prennent l'aspect de deux tentacules situés de chaque côté du rostre.

» Si nous observons les plus jeunes embryons, que l'on rencontre dans le système sanguin de l'hôte, nous voyons qu'ils ont le corps cylindrique, acuminé aux deux extrémités, l'antérieure formant un rostre court; ils sont entourés d'un revêtement chitineux, hérissé de petites épines. Les deux appendices tentaculiformes, inarticulés, dont l'apparition a été signalée plus haut, ont acquis de grandes dimensions et sont presque aussi longs que le corps; leur croissance deviendra considérable et, avant même l'apparition d'autres appendices, ils atteindront plusieurs fois la longueur du corps de l'embryon. En arrière de leur insertion on voit une tache claire sur l'ensemble grisâtre du corps; c'est l'invagination buccale qui restera rudimentaire. Puis, dans certains cas seulement, on voit apparaître, de chaque côté de la bouche, deux appendices tentaculiformes semblables aux premiers; cette deuxième paire d'appendices, dont la présence n'est pas constante, peut même ne s'accroître que très peu dans la suite du développement. Presque simultanément on voit naître, de chaque côté du rostre, en avant des deux premiers appendices, deux bourgeons qui refoulent la cuticule en avant et qui sont les ébauches d'appendices qui seront normalement articulés, au contraire des deux autres paires : ils deviendront les antennes de l'adulte.

» A ce stade, le jeune Monstrillide parasite présente donc : *un corps non segmenté avec un rostre court, une bouche rudimentaire, trois ou deux paires d'appendices. La plus antérieure à l'état d'ébauche sera articulée et persistera chez l'adulte : elle représente les antennes antérieures; la seconde paire, inarticulée, tentaculiforme, représente les antennes postérieures modifiées; la troisième paire, semblable à la précédente quand elle existe, correspond aux mandibules modifiées. Enfin, les glandes génitales sont représentées par une ébauche double.* Ce stade représente la larve *Nauplius*, mais c'est un *Nauplius* parasite et profondément modifié par le parasitisme. Le jeune Monstrillide a acquis les organes qui lui sont nécessaires pour se nourrir aux dépens de son hôte. Ses longs tentacules puisent à même dans le sang de l'hôte. Ce mode de nutrition explique l'atrophie du tube digestif; il explique également l'absence des pièces buccales; les mandibules modifiées n'apparaissent que rarement, et les premières et deuxièmes maxilles sont absentes.

» III. Les organes et les appendices qui vont apparaître dans la suite évolueront presque normalement, comme s'il s'agissait d'un développement condensé et non pas d'un Crustacé à existence parasitaire. Voici, brièvement énumérées, les principales acquisitions du Monstrillide : 1° des appendices thoraciques locomoteurs qui naissent d'ébauches paires d'avant en arrière, au nombre de cinq chez la femelle, de quatre chez le mâle; 2° un abdomen segmenté qui se replie ventralement le long des pattes thoraciques; 3° des yeux volumineux au nombre de trois : deux latéraux, un ventral; 4° un système nerveux réduit à une masse cérébrale et à une masse ventrale entourant la bouche; 5° des glandes génitales doubles extrêmement développées chez la femelle; 6° une musculature particulièrement développée chez les mâles.

» En résumé l'évolution des Monstrillides est dominée par ce fait, qu'une existence parasitaire, débutant à un stade extrêmement jeune, aboutit à une existence pélagique de l'adulte. Tandis que les premiers stades du développement des Copépodes parasites et en général des Crustacés parasites ressemblent beaucoup à ceux des formes libres et présentent toujours des formes larvaires à vie libre, les stades embryonnaires correspondants des Monstrillides ont une existence parasitaire.

» La pénétration de l'embryon du Monstrillide dans l'hôte se fait à un stade voisin de *blastula*, tandis que, chez les autres Crustacés, le parasitisme ne commence souvent qu'à un stade bien postérieur à la larve *Nauplius*.

» Il en résulte que les modifications adaptatives occasionnées par le parasitisme se font particulièrement sentir sur les premières phases de l'évolution, à l'inverse de ce qui a lieu chez les autres parasites : 1° les appendices primitifs du *Nauplius*, qui devraient le mieux résister à l'influence du parasitisme, sont précisément ceux qui sont transformés par l'adaptation chez la forme larvaire parasite correspondante du Monstrillide; 2° les appendices et les organes acquis dans la suite de l'évolution parasi-

taires (yeux, appendices locomoteurs, abdomen), au lieu de présenter les modifications inhérentes à cette condition éthologique, se développent au contraire d'une façon normale. Le parasitisme est donc, pour le Monstrillide, un moyen d'accomplir son évolution, et l'on serait presque tenté de considérer leur cas comme une sorte de *parasitisme évolutif*. »

ZOOLOGIE. — *Sur les rapports du* Discopoma comata *Berlese, avec* le Lasius mixtus *Nylander*. Note de M. **Charles Janet**, présentée par M. Em. Blanchard.

« Les rapports des Acariens myrmécophiles avec les Fourmis n'ont pu être élucidés, jusqu'ici, que d'une façon fort incomplète. C'est Michael (¹) qui a fait, à ce sujet, les observations les plus suivies. Ses expériences ont porté sur des *Lælaps* et des *Uropodinæ*.

» On avait supposé, avant lui, que les *Lælaps* se nourrissaient de matières végétales en décomposition. Il a démontré que le *Lælaps cuneifer*, ainsi que d'autres espèces, recueillies par lui, près d'Innsbruck, dans des nids de *Camponotus herculeanus*, tirent leur nourriture des cadavres des Insectes fraîchement morts et en particulier des cadavres des Fourmis. Quant aux *Uropodinæ*, Michael n'est pas parvenu à déterminer quels peuvent être leurs rapports avec les Fourmis.

» Je puis combler, en partie, cette lacune par les observations que je viens de faire sur le *Discopoma comata*, Uropode qui a été découvert par Berlese, à Portici, dans le nid d'une Fourmi indéterminée, et que j'ai retrouvé dans un nid de *Lasius mixtus* dans le jardin de la Villa des Roses, près Beauvais. M. Trouessart à qui je dois la détermination de cette espèce a pu la confirmer en comparant mes échantillons avec une préparation envoyée d'Italie par M. Berlese.

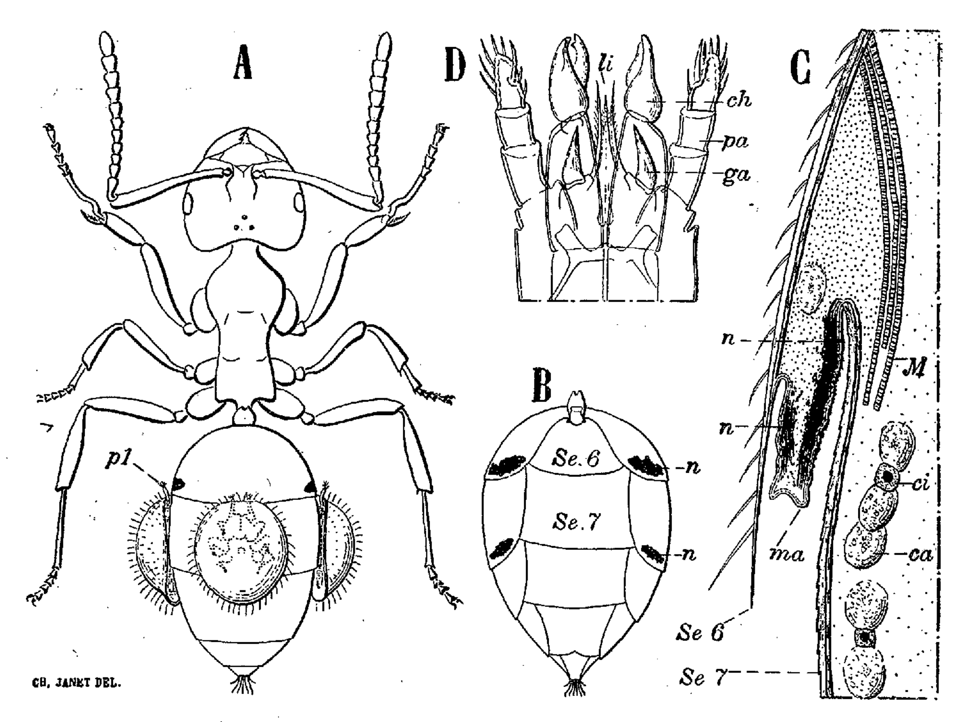
» Ces Uropodes se trouvaient, dans la fourmilière de *Lasius mixtus*, en très petit nombre dans les galeries et en grand nombre sur les larves des mâles et des reines et, surtout, sur l'abdomen des ouvrières adultes.

» Lorsqu'un *Discopoma* est posé sur le sol d'une galerie du nid, il y circule les pattes antenniformes dirigées en avant. Il se soulève sur ses pattes postérieures lorsqu'une Fourmi passe dans le voisinage et, s'il peut l'atteindre, il grimpe sur elle.

(¹) Michael, *On the Association of Gamasids with Ants* (*Proc. Zool. Soc. Lond.*, p. 638; 1891).

Celle-ci cherche à se débarrasser du parasite, mais ses efforts sont vains parce que l'Acarien applique si bien les bords de sa carapace sur le corps de son hôte que les pattes de ce dernier glissent sans trouver aucune prise.

» Les Fourmis se résignent et tolèrent ces parasites dès qu'ils se sont installés dans une de leurs positions normales, positions indiquées par la *fig.* A. Lorsqu'il n'y a qu'un ou deux de ces parasites, ils se mettent sur les côtés de l'abdomen. Quelquefois une Fourmi porte six *Discopoma :* trois sont placés comme ceux représentés par la *fig.* A, et les trois autres occupent des positions semblables sur l'anneau suivant.



A, *Lasius* portant trois *Discopoma* dans leurs positions normales ; *p* 1, pattes antenniformes.
B, abdomen d'un *Lasius* légèrement comprimé pour montrer les taches noires *n* qui apparaissent toujours aux mêmes points.
C, coupe transversale des téguments ; *ma*, membrane articulaire.
M, muscle ; *ca*, cellules adipeuses ; *ci*, cellules intercalaires.
D, rostre du *Discopoma ; li*, lingula ; *ch*, chélicères ; *pa*, palpes ; *ga*, galéas aigus.

» Les *Lasius* n'attaquent pas les *Discopoma* qui sont posés sur l'abdomen de leurs compagnes, mais parfois se jettent avec fureur sur ceux que je dépose sur le sol du nid d'observation. J'en ai vu qui, ainsi saisis, menacés du pinceau anal mouillé de venin et mordillés pendant plus d'une minute, sont cependant restés indemnes. La durée de ce mauvais traitement est d'ailleurs, presque toujours, abrégée par une circonstance particulière. La carapace du *Discopoma* se prolonge, sur tout le pourtour du corps si mince de l'animal, en une lame lisse, à la fois résistante et flexible. Cette lame plie et fait si bien ressort, sous l'action des mandibules qui la compriment, que,

si ces dernières viennent à glisser, l'Acarien est projeté à 3cm ou 4cm de distance. Pendant quelques instants, la Fourmi cherche encore à mordiller la victime qui vient de disparaître ainsi, comme par enchantement.

» Quelquefois, cependant, la Fourmi arrive à tuer le *Dispocoma* et à le déchiqueter en cinq ou six morceaux.

» Mes premières expériences m'ayant démontré que les Acariens ne se nourrissaient ni sur les larves vivantes, ni sur les cadavres des Fourmis, j'ai été amené à supposer qu'ils trouvaient leur nourriture sur le corps des Fourmis vivantes.

» Cette hypothèse a été bientôt confirmée, dans un élevage comprenant une vingtaine de *Lasius* et une quarantaine de *Discopoma*, par l'apparition, sur l'abdomen de toutes les Fourmis, sans une seule exception, de petites taches noires (*fig.* A et B), situées exactement à l'endroit où se trouvent les pièces buccales des *Discopoma* occupant leurs positions normales, c'est-à-dire sur le côté de l'abdomen, à la limite des premier et deuxième arceaux dorsaux de l'abdomen (*Se* 6 et *Se* 7). En outre de ces taches, quelques individus en présentent d'autres, similaires, à la limite des arceaux *Se* 7 et *Se* 8.

» Sur une coupe transversale du tégument (*fig.* C), on constate que ces taches se trouvent sur la membrane articulaire des anneaux et que, par conséquent, sur l'animal vivant, elles sont vues par transparence à travers l'écaille chitineuse. Ces taches noires sont formées par une matière, d'un brun foncé, déposée sur la surface interne de la membrane articulaire. Dans la préparation représentée par la *fig.* C, préparation faite sur un individu fixé par immersion brusque dans l'eau chaude, le sang forme un coagulum qui, au droit des plaies, sous les muscles moteurs des anneaux, est plus épais, plus colorable par l'hématoxyline, que dans toutes les autres régions du corps. Quant à la fine cuticule chitineuse de la membrane articulaire, elle apparaît comme légèrement déchiquetée et, dans certaines préparations, comme criblée de petits points noirs correspondant aux points où elle a été blessée par les pièces buccales.

» Lorsqu'on observe au microscope des *Discopoma* vivants, on voit fréquemment leurs chélicères en mouvement. L'animal protracte l'un de ces appendices pendant qu'il rétracte l'autre, et l'amplitude de ce mouvement est assez considérable. Les chélicères, dont le doigt mobile est mû par un muscle adducteur extrêmement puissant, sont les organes qui, par pincement, servent à produire de petites ouvertures dans la membrane articulaire de l'hôte.

» En outre de ce mode d'action, les chélicères peuvent, peut-être, tirer le tégument vers la bouche de l'animal et y faire ainsi pénétrer les deux pointes fortement chitinisées dont les extrémités se présentent auprès des chélicères rétractées.

» Il résulte de ces observations que ce n'est pas simplement pour se faire transporter, comme cela est certainement le cas pour beaucoup d'Acariens posés sur les Insectes, que les *Discopoma* s'attachent aux Four-

mis, mais que ce sont de véritables parasites externes qui se nourrissent du sang de leurs hôtes. »

BOTANIQUE. — *Sur le développement du Rot blanc de la Vigne* (Charrinia diplodiella). Note de M. **P. Viala**, présentée par M. L. Guignard.

« Le cycle des formes de reproduction du *Charrinia diplodiella*, cause du *Rot blanc* de la vigne, est complexe comme celui de beaucoup de Pyrénomycètes. Quoique ce Champignon, originaire d'Amérique, fût connu en Italie depuis 1878, et en France depuis 1885, on n'avait observé, jusqu'à ces dernières années, qu'une seule forme de reproduction, celle par pycnides. En 1893, nous avons obtenu, avec M. L. Ravaz (¹), dans le laboratoire, les fruits ascosporés du parasite. De nombreux échantillons de *Rot blanc*, sur des sarments de *V. Rupestris* et de *V. Riparia*, reçus de Hongrie en août 1896, m'ont permis de connaître, outre les pycnides, les spermogonies, conidiophores, périthèces, et de les rapporter, par l'expérimentation, au même Champignon. Les pycnides, les spermogonies et les conidiophores existaient sur les sarments encore sains; les périthèces se sont développés, fin octobre et novembre, sur les rameaux presque secs.

» La preuve expérimentale de la relation du périthèce et du parasite n'avait pas encore été donnée. Les sporidies, doubles ou à trois cloisons, germent facilement, dans une solution sucrée légèrement alcalinisée, en émettant, par chacune de leurs parties, un tube mycélien. Si on les inocule, germées ou non, sur des grains de raisin verés, sur des sarments ou des grains verts préalablement plongés dans l'eau bouillante alcalinisée, le mycélium pénètre les tissus; au bout de quatre à six jours les pycnides apparaissent sur les grains, et sur les sarments de dix à quinze jours après. Si, par contre, on dépose, dans les mêmes conditions, des stylospores sur des sarments, les pycnides se forment au bout de dix à douze jours, dans un milieu humide, et, si ce milieu est progressivement desséché, les périthèces s'organisent deux ou trois mois après. Les inoculations des sporidies et des stylospores ne réussissent presque jamais sur les grains verts et acides; contrairement à ce que nous avons observé pour le *Black Rot* (²), un milieu dépourvu d'acidité ou légèrement alcalin paraît plutôt nécessaire.

» On s'explique, par ces expériences, que le *Black Rot* n'attaque pas les grains déjà verés, et qu'au contraire le *Rot blanc* soit en actif développe-

---

(¹) P. Viala et L. Ravaz, *Comptes rendus*, 20 août 1894.

(²) P. Viala, *Comptes rendus*, 23 novembre 1896.

ment sur les raisins près de la maturité. Cette nécessité d'un milieu non acide est encore vraie pour la germination des conidiophores et des spermaties du *Ch. diplodiella*.

» Nous n'avons observé les conidiophores que sur les sarments, toujours indépendants des autres organes de reproduction; récemment, M. J. Perraud ([1]) les a signalés sur les raisins, poussant parfois aux dépens des stérigmates des pycnides vidées de leurs stylospores. Sur les sarments, ils forment, entremêlés aux pycnides et aux spermogonies, des houppes denses, assez hautes (180 à 250 μ de hauteur), d'une teinte grisâtre assez foncée. Ils sont portés par un pied assez long, renflé vers la base, à membrane épaisse, pourvu de 3 ou 4 cloisons, se subdivisant à son sommet en 3, 4, rarement 6 branches, qui se rétrécissent en 3, 4 ou 5 pointes stérigmatiques sur lesquelles sont insérées des conidies qui paraissent sessiles. Ces conidies sont ovoïdes, allongées (3 à 4 μ sur 6 à 8 μ), à contenu homogène, et généralement incolores. Si cependant on les maintient à l'air, et dans un milieu très légèrement humide pour éviter leur dissociation pendant quinze ou vingt jours, leur membrane prend une teinte très légèrement brune; elles germent alors plus lentement. L'inoculation des conidies sur raisins a reproduit le *Rot blanc* et les pycnides, et sur sarments des pycnides d'abord et des périthèces au bout de trois mois.

» Les spermogonies sont plus petites que les pycnides et moins proéminentes (110 à 120 μ de long sur 60 à 80 μ de hauteur). Les spermaties prennent naissance, dans le conceptacle, sur un stroma peu épais qui s'étale, sur les bords, presque jusqu'à l'ouverture; les stérigmates très nombreux sont courts et serrés; les spermaties sont en forme de bacilles très renflés au centre, presque subovoïdes, et mesurant 4 à 6 μ de long sur $1^{\mu},5$ au centre, et à peine 1 μ aux deux extrémités.

» Nous avons pu obtenir la germination de ces spermaties et aussi, tout récemment, celle des spermaties du *Black Rot;* les phénomènes très particuliers qu'elles présentent feront l'objet d'une Note ultérieure.

» Le cycle complet des formes de reproduction du *Charrinia diplodiella*, cause du *Rot blanc* de la Vigne, est ainsi complètement déterminé. »

GÉOLOGIE. — *Le Rhône suisse tributaire du Rhin.* Note de M. **Maurice Lugeon**, présentée par M. Michel Lévy.

« Depuis les temps éocènes, la partie de l'Europe centrale comprise entre les Alpes et le plateau vaudois, d'une part, la Haute-Savoie et le département de l'Ain, d'autre part, a formé un axe tantôt immergé, tantôt émergé, séparant dans ce cas les eaux des bassins danubien et méditer-

---

([1]) J. Perraud, Société de Biologie, 5 décembre 1896.

ranéen. La ligne de partage des eaux a donc dû subir plus d'une vicissitude sur cet espace remarquable. Ceci établi, en prenant en considération la théorie bien fondée des coudes de capture, on peut émettre une hypothèse que l'examen de la topographie vaudoise paraît certifier.

» Si l'on fait abstraction du lac Léman, que l'on peut considérer comme un accident passager du cours du Rhône, dû à l'affaissement général des Alpes à la fin du Pliocène, comme l'ont prouvé les géologues zurichois, on peut dire que le fleuve, à sa sortie du Valais, vient côtoyer la ligne de faîte qui sépare les eaux tributaires de la Méditerranée de celles de la mer du Nord. Sur Cully, la ligne n'est qu'à 2^{km} des bords du lac de Genève.

» Or, le Rhône, dirigé d'abord SSE-NNO, *perpendiculairement* à la grande ligne de partage des eaux européennes, se coude brusquement à l'est, à la rencontre de celle-ci, et longe alors (à l'emplacement du Léman) les plis des montagnes du Chablais qu'il coupe obliquement.

» La Drance, dirigée comme le Rhône en Valais, transversalement aux plis de la région, et dans la direction du bassin du Rhin, fuit de même celui-ci en se dirigeant à l'est.

» Ce double phénomène est absolument en désaccord avec ce que nous montre les autres cours d'eau de la Suisse à leur sortie du système alpin. Aucun d'eux, sauf ceux qui ont subi des *phénomènes postérieurs de dérivation prouvés* (Rhin dans le lac de Wallenstadt; Reuss, qui coulait par le lac de Zoug), ne longe le système alpin.

» Cet écoulement des eaux, au voisinage de l'arête européenne, avait permis à Rutimeyer ([1]) d'émettre l'hypothèse que le Rhône avait anciennement coulé dans le bassin du Rhin par le Mormont (cluse déserte d'Entreroche), soit par le point actuellement le plus bas de l'arête. Cette hypothèse n'est pas soutenable, car elle entraîne avec elle la même dérivation singulière et anormale que j'ai signalée, et ne prend pas en considération les faits importants que je vais indiquer.

» L'examen de la topographie vaudoise nous montre les deux particularités suivantes : *Dépendant du Rhin, en avant des coudes du Rhône et de la Drance, se trouve, pour chacune des deux vallées, une forte dépression qu'aucun cours d'eau, en harmonie de volume avec la grandeur de la dépression, ne sillonne.*

» En avant du coude du Rhône, on constate l'entaille importante d'Attalens (730^m) entre le mont Pèlerin (1040^m) et le mont Vuarat (981^m).

([1]) *Ueber Thal- und See-Bildung.*

Cette dépression a le caractère manifeste d'une ancienne vallée abandonnée; sa direction est absolument la même que celle du Rhône.

» En avant de la Drance, nous constatons la dépression que suit la Venoge (dépendante du Léman) remplacée au nord par le grand et vaste fond plat des marais d'Orbe qui s'écoulent dans le lac de Neuchâtel (dépendant du Rhin).

» Ceci nous permet de formuler l'hypothèse suivante : immédiatement après le soulèvement alpin, le Rhône s'écoulait par la vallée morte d'Attalens, suivait le cours actuel de la Broie et se rendait ainsi par le lac de Morat dans le bassin du Rhin; la Drance était tributaire du même fleuve, mais s'écoulait par le lac de Neuchâtel.

» Un cours latéral de l'Arve aurait tout d'abord capturé la Drance, et un tributaire de celle-ci aurait ensuite occasionné le coude du Rhône. La valeur des vallées *subséquentes* nous indique du moins cet ordre.

» C'est à ce moment que l'affaissement des Alpes a donné lieu à la formation de la vallée du Léman dont la forme arquée si singulière trouve ainsi son explication. Elle est le résultat de *coudages* successifs, avant l'affaissement de plusieurs cours anciennement indépendants.

» Mais, si le phénomène de la capture du Rhône a eu lieu comme je viens de l'indiquer, il a dû provoquer des phénomènes de deuxième ordre moins importants, mais qu'on est en droit d'exiger comme preuve à l'appui. Le Rhône, devenu autonome, coulant à une altitude inférieure, devait, selon les lois de l'érosion régressive, faire reculer petit à petit la ligne de partage des eaux européennes vers le nord. C'est le cas.

» Une vallée morte nous montre, en effet, que les Veveyses s'écoulaient par Châtel-Saint-Denis sur Palézieux, c'est-à-dire dans le bassin du Rhin. Elles coulent actuellement dans le bassin du Rhône. La Venoge, ancien cours de la Drance, a été capturée à la Sarraz, délaissant, sous la forme actuelle d'une vallée morte, la cluse de la Sarraz et d'Entreroche, où Rutimeyer voyait une vallée abandonnée par le Rhône. Tout le régime supérieur de la Venoge coule dans la direction du Rhin, et c'est à l'endroit même où se montre la cluse abandonnée, qu'elle se dirige vers le Léman.

» En résumé, la contrée vaudoise nous montre les quatre états hydrographiques suivants (¹) :

» 1° Ancien réseau hydrographique abandonné par des cours importants dont l'amont est dirigé vers la dépression du Léman (anciennes vallées

(¹) *Voir* la Carte suisse au 1 : 100000, feuilles XI, XII, XVI et XVII.

hypothétiques du Rhône et de la Drance) et vallées mortes de cours d'eau se dirigeant primitivement dans le Rhin, capturés au bénéfice du Léman (vallée délaissée de la Venoge et Veveyses);

» 2° État hydrographique ancien du bassin du Rhin remanié par actions glaciaires et interglaciaires successives jusqn'à disparition de la surface structurale (région actuellement tributaire du Rhin);

» 3° Réseau hydrographique dirigé contre le bassin du Rhin, modifié par actions glaciaires et amené du Léman par coude de capture (haute Veveyse, haute Venoge);

» 4° État hydrographique résultant de l'affaissement du bassin du Léman et des actions glaciaires (les bords du Léman, vallée morte de Burtigny-Gimel, etc.)

» Ces points, ainsi que d'autres que je ne puis développer ici, paraissent ainsi certifier l'hypothèse que le Rhône, en Suisse, ainsi que la Drance de Savoie étaient, à l'époque pliocène, tributaires du Rhin. »

M. **A.-J. Stodolkiewitz** adresse une Note « Sur les équations différentielles totales d'ordre 2nd à plusieurs variables indépendantes ».

A 4 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Section d'Anatomie et Zoologie présente la liste suivante de candidats pour la place laissée vacante par le décès de M. *Sappey* :

En première ligne, par ordre alphabétique. { M. **H. Filhol.**
M. **L. Vaillant.**

En seconde ligne, par ordre alphabétique. . { M. Joannes **Chatin.**
M. **Dareste.**
M. Mathias **Duval.**
M. **Giard.**

Les titres de ces candidats sont discutés.

L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à 5 heures et demie.

J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 4 janvier 1897.

(*Suite.*)

Bulletin de l'Académie de Médecine, publié par M. J. Bergeron, Secrétaire perpétuel, et M. Cadet de Gassicourt, Secrétaire annuel. Séance du 29 décembre 1896. Paris, Masson et Cie; 1 fasc. in-8°.

Bulletin général de Thérapeutique médicale, chirurgicale, obstétricale et pharmaceutique. Directeur scientifique: Albert Robin. 30 décembre 1896. Paris, Doin; 1 fasc. in-8°.

Journal de Pharmacie et de Chimie, Rédacteur principal: M. Riche. N° 1. 1er janvier 1897; 1 fasc. in-8°.

Loi du rayonnement thermique solaire; ses principales conséquences et Tables du Soleil, par Charles Honoré, Ingénieur adjoint au Ministère de la Guerre, etc. Montévidéo, 1896; 1 vol. in-4°.

Annuaire de l'Académie royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique. 1897. Bruxelles, Hayez, 1897; 1 volume in-12.

The nautical Almanac and astronomical Ephemeris for the year 1900, for the meridian of the royal Observatory at Greenwich. London, Darling and son; 1 vol in-8°.

Ouvrages reçus dans la séance du 11 janvier 1897.

Leçons de Chimie biologique normale et pathologique, par Armand Gautier, Professeur de Chimie à la Faculté de Médecine de Paris, Membre de l'Institut, Membre de l'Académie de Médecine. Deuxième édition. Paris, Masson et Cie, 1897; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Bulletin des Sciences mathématiques, rédigé par MM. Gaston Darboux et Jules Tannery. Deuxième série. Tome XX. Décembre 1896. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1896; 1 fasc. in-8°.

Bulletin de la Société d'encouragement pour l'Industrie nationale, publié sous la direction des Secrétaires de la Société, MM. Collignon et Aimé Girard. Décembre 1896; 1 fasc. in-4°.

Notice sur les titres scientifiques de M. Perrotin, Correspondant de l'In-

stitut et du Bureau des Longitudes, Astronome à l'observatoire d'Astronomie physique de Paris (sis à Meudon), etc. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1896; in-4°.

Notice sur les travaux astronomiques de M. GUSTAVE LEVEAU, Astronome titulaire à l'Observatoire de Paris. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1896; in-4°.

Notice sur les travaux scientifiques de M. JULES VIOLLE, Maître de conférences à l'École Normale, Professeur au Conservatoire des Arts et Métiers. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1896; in-4°.

Notice sur les travaux scientifiques de M. L.-E. BERTIN. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1896; in-4°.

Annales médico-psychologiques. Journal destiné à recueillir tous les documents relatifs à l'aliénation mentale, aux névroses et à la médecine légale des aliénés. Fondateur : Dr J. BAILLARGER. N° 1. Janvier-février 1897. Paris, Masson et Cie, 1897; 1 fasc. in-8°.

Revue scientifique. N° 1. (Premier semestre.) 2 janvier 1897. Paris, Chamerot et Renouard; 1 fasc. in-4°.

Scritti intorno alla teoria molecolare ed atomica ed alla notazione chimica di S. CANNIZZARO. Pubblicati nel 70e anniversario della sua nascita (13 luglio 1896.) Palermo, 1896; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Berthelot.)

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 18 JANVIER 1897,

PRÉSIDENCE DE M. A. CHATIN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Recherches sur l'hélium*. Note de M. **Berthelot**.

« On sait que M. Ramsay a découvert récemment un nouveau gaz, l'hélium, remarquable par sa présence dans le Soleil, et par la raie caractéristique, qui avait conduit M. Lockyer à en prévoir l'existence et à lui donner son nom. M. Ramsay a eu l'obligeance de m'en adresser un petit échantillon (15^{cc}), sur lequel j'ai exécuté quelques expériences, destinées à étudier les conditions dans lesquelles l'hélium est susceptible d'entrer en combinaison. J'ai, en effet, réussi à combiner l'hélium, tant avec les éléments des carbures d'hydrogène qu'avec ceux du sulfure de carbone, avec le concours du mercure et l'influence de l'effluve électrique : le tout précisément dans les mêmes conditions où j'avais réalisé la combinaison de l'argon (*Ann. de Chim. et de Phys.*, 7e série, t. VII, p. 5).

» Les appareils sont les mêmes, ainsi que la manière de procéder. Je rappellerai que les mesures ont été faites avec des tubes gradués par un procédé qui permet d'évaluer rigoureusement 5^{cc}, à $\frac{1}{200}$ et même à $\frac{1}{500}$ de centimètre cube (*Ann. de Chim. et de Phys.*, 6e série, t. XIV, p. 285). Les expériences ont été exécutées comparativement avec l'hélium, l'argon et l'azote, pour plus de certitude.

I. — Gaz en présence du mercure seul.

» L'azote ([1]), placé dans une éprouvette sur le mercure et soumis à l'action de l'effluve électrique, n'a éprouvé aucun changement de volume; même au bout de douze à quinze heures d'expériences. Il ne développe sous la pression atmosphérique aucune luminescence, ou fluorescence spéciale, à l'exception de cette faible lueur bleuâtre, visible seulement dans l'obscurité et dans laquelle le spectroscope permet d'entrevoir avec peine de nombreuses bandes. En résumé, l'azote ne se combine pas au mercure et n'éprouve pas de condensation moléculaire, dans ces conditions.

» L'argon et l'hélium se sont comportés exactement de même : ces gaz purs n'ont ni éprouvé une combinaison avec le mercure, ni une condensation, ni donné lieu à une fluorescence ou luminescence spéciale, dans les mêmes conditions de réaction, due à l'effluve, et de durée. Ces vérifications m'ont paru nécessaires, pour bien établir le caractère des phénomènes qui vont être décrits.

II. — Gaz en présence de la benzine.

» *Azote.* — En présence de la benzine, l'azote s'absorbe assez rapidement sous l'influence de l'effluve. Au bout de quelques heures, il a complètement disparu. J'ai décrit, il y a longtemps, cette expérience. Je l'ai répétée et j'ai constaté de nouveau qu'elle n'est accompagnée, à aucun

---

([1]) Bobine de Ruhmkorf de 35^{cm}; actionnée par des accumulateurs dont la tension s'élevait à 10 volts environ. Interrupteur de Marcel Deprez, réglé suivant la résistance des tubes à effluve, de façon à éviter les fortes étincelles extérieures et les chocs électriques, susceptibles de rompre le tube intérieur en forme de siphon qui renferme l'acide sulfurique étendu jouant le rôle de conducteur. Ce tube étant pris de plus en plus étroit, à mesure que l'on opère sur des volumes de gaz plus diminués par l'absorption, les expériences deviennent en même temps de plus en plus lentes et pénibles.

moment, par une fluorescence, ou luminescence spéciale, visible à la lumière du jour.

» *Argon.* — J'ai répété également mes précédentes expériences, d'après lesquelles, en présence de la benzine et sous l'influence de l'effluve, l'argon est absorbé très lentement; cette absorption tend vers une limite de 15 centièmes environ du volume initial, laquelle ne peut être dépassée, en raison des phénomènes d'équilibre qui y président. La production de cet état d'équilibre a exigé un certain nombre d'heures, dix à douze heures, dans les conditions de mes nouveaux essais.

» Au début, il ne se produit aucune fluorescence ou luminescence spéciale, visible dans le jour et sous la pression atmosphérique, pas plus qu'avec l'azote. Mais au bout d'une dizaine d'heures d'effluve, dans les conditions de mes nouveaux essais, il s'est développé peu à peu une magnifique lueur verte, visible en plein jour. L'analyse spectrale y manifeste les raies propres de l'argon, des carbures d'hydrogène et du mercure, ainsi qu'il résulte de l'étude approfondie et des mesures exactes que j'en ai faites, il y a deux ans. Ces faits autorisent, ainsi que je l'ai dit, à conclure à la formation d'un composé volatil, renfermant de l'argon, les éléments d'un carbure d'hydrogène, et du mercure, composé formé sous l'influence de l'effluve et dans des conditions d'équilibre, c'est-à-dire de dissociation. Ce composé, une fois produit, subsiste indéfiniment dans les tubes.

» En effet, le tube à effluve, étant abandonné à lui-même dans son état actuel, à partir du moment où la propriété lumineuse a été développée, reproduit, au bout de quelques instants, les mêmes apparences, si on le soumet de nouveau à l'action de l'effluve; tandis qu'il avait fallu plusieurs heures pour amener le système initial à l'état convenable pour provoquer ce phénomène. La moindre introduction d'air, tout transvasement susceptible d'en introduire une trace, suffisent pour que le phénomène cesse d'avoir lieu : il exige ensuite plusieurs heures d'effluve pour se reproduire. Si j'iusiste sur ces circonstances et propriétés déjà observées avec l'argon, et que j'ai reproduites de nouveau, c'est qu'elles se manifestent exactement de la même façon avec l'hélium.

» *Hélium.* — L'hélium, placé dans un tube à effluve avec de la benzine, dans les mêmes conditions, n'a développé d'abord aucun phénomène lumineux spécial, visible en plein jour sous la pression atmosphérique. Au bout de onze heures d'effluve, une luminescence caractéristique, de teinte orangée, visible en plein jour, a commencé à se développer; le volume du gaz absorbé à ce moment s'élevait à 8 centièmes environ; on a poursuivi

l'expérience pendant quelques heures de plus. La luminescence est ainsi devenue de plus en plus brillante : elle est orangée en plein jour, orangée verdâtre pendant la nuit. Elle se voit surtout au déclin du jour et la nuit, étant moins intense d'ailleurs que la luminescence de l'argon.

» L'analyse spectrale a indiqué, dans le gaz qui offrait cette lumière, *sous la pression atmosphérique,* un grand nombre de raies, visibles, je le répète, en plein jour.

» Les principales sont définies par les longueurs d'onde suivantes :

» 587,5 : raie spécifique de l'hélium;

» 546 : raie du mercure;

» 516 : raie de l'hélium;

» 500 : raie propre de l'hélium;

» Vers 426 : bande des carbures d'hydrogène.

» A ce moment, c'est-à-dire après dix-sept heures d'effluve et deux additions successives de petites quantités de benzine, le volume total d'hélium absorbé s'élevait à 13,7 centièmes. Le composé formé se présente sous l'apparence d'une résine solide, polymérisée, comme avec l'argon et avec l'azote.

» Mais l'absorption n'a guère pu aller au delà, trente-neuf heures d'effluve l'ayant porté à 16 centièmes seulement.

» On trouvera plus loin les résultats analogues obtenus avec l'hélium régénéré d'une combinaison artificielle, ainsi qu'avec l'hélium réduit au tiers de son volume par l'effet d'une combinaison.

» On est autorisé à conclure de ces faits que l'hélium se comporte comme l'argon à l'égard de la benzine, c'est-à-dire qu'il s'y combine lentement sous l'influence de l'effluve, en formant une combinaison volatile dissociée.

III. — Gaz en présence du sulfure de carbone.

» L'*azote* est absorbé rapidement par le sulfure de carbone sous l'influence de l'effluve, toujours en présence du mercure. L'*argon* l'est également, mais avec une lenteur beaucoup plus grande. Je suis arrivé au même résultat avec l'*hélium*. Durant les opérations, il se produit des lueurs à peine visibles, si ce n'est la nuit; mais il ne se développe aucun phénomène analogue à la luminescence continue, dans toute leur étendue, des tubes où l'on fait réagir la benzine, soit sur l'argon, soit sur l'hélium. Cependant, en opérant avec ce dernier et le sulfure de carbone, on observe à la surface de séparation du mercure et du gaz une pluie de feu, où le spectro-

scope montre les raies de l'hélium. Mais c'est là un phénomène localisé, qui n'offre aucune ressemblance avec la luminescence propre et générale des composés formés par la benzine. Quoi qu'il en soit, l'hélium est absorbé.

» Voici deux expériences comparatives, exécutées parallèlement avec les deux derniers gaz, en présence du sulfure de carbone employé par petites fractions successives :

Hélium. — 100 volumes.		Argon. — 100 volumes.	
Durée de l'effluve.	Volume absorbé.	Durée de l'effluve.	Volume absorbé.
31^h	15,7	14^h	16,3
53	17,0	31	14,0
63	18,0	130	23,7
35	4,8		
182	55,5	175	54,0

» Ces chiffres montrent une marche analogue dans l'absorption des deux gaz; autant qu'on peut l'attendre de conditions nécessairement assez dissemblables, en opérant avec deux bobines différentes. Il y a formation d'une matière charbonneuse, mélangée de soufre et unie avec le gaz absorbé : toujours comme l'argon et l'azote. Ce composé rappelle les sulfocyanures. Les quantités absorbées ont été à peu près les mêmes à la fin, au bout de temps presque égaux. Leurs variations dans l'intervalle sont inégales, parce qu'elles dépendent : de la surface du gaz influencé, qui va sans cesse en diminuant; de la tension électrique, qui agit à peine lorsque cette surface est trop restreinte; enfin, du changement même des tubes à effluve, changement devenu nécessaire dans le cours des expériences, à cause de la réduction du volume. Ces tubes étant de plus en plus étroits, et par suite le conducteur humide disposé à leur intérieur diminuant de section, la résistance de ce dernier au passage de l'électricité est cinq ou six fois aussi considérable à la fin qu'au commencement : circonstance qui a amené des ruptures et obligé à mettre fin aux expériences; le volume final des gaz étant trop réduit pour qu'il fût possible de les pousser beaucoup plus loin.

» Cependant j'ai continué encore l'expérience avec l'hélium pendant trente-huit heures, soit deux cent dix heures en tout. Durant cette nouvelle période, l'absorption a continué et s'est élevée à 12,9 centièmes de plus, en tout 68,4 centièmes du volume initial. D'après ces chiffres, pen-

dant la dernière période en particulier, l'absorption s'élevait à 29 centièmes du volume du résidu gazeux sur lequel on opérait : on voit qu'elle n'était nullement ralentie et il ne me paraît pas douteux qu'elle aurait été jusqu'au bout si les dimensions des appareils avait permis de poursuivre.

» J'ai pris soin de régénérer l'hélium ainsi fixé, à deux reprises : d'abord après la fixation initiale des 32,7 centièmes, et ensuite après celle des 22,8 centièmes consécutifs. Cette régénération s'opère, après avoir évacué complètement les gaz des tubes à effluve et vidé le liquide du tube siphon; en prenant d'ailleurs toutes les précautions convenables pour qu'aucune trace d'air ne vienne en contact avec l'espace annulaire contenu entre les deux tubes concentriques. On chauffe ensuite l'ensemble de ces tubes au rouge sombre, au moyen d'une flamme enveloppante. Dans les deux cas, j'ai reproduit au sein de l'espace annulaire un volume gazeux notable. Je l'ai fait passer dans un tube gradué, débarrassé du sulfure de carbone régénéré, à l'aide de la potasse alcoolique, puis de la vapeur d'alcool, enfin d'une trace d'oxyde de carbone ([1]), s'il y a lieu, par le chlorure cuivreux. Cela fait, j'ai introduit le résidu mesuré préalablement dans un tube à effluves de dimension réduite, avec de la benzine, de façon à reproduire le spectre du composé d'hélium caractéristique. Malheureusement, le tube qui contenait le premier échantillon régénéré a été brisé par l'électricité. Le second échantillon représentait les trois quarts du volume d'hélium absorbé pendant sa préparation; le dernier quart aurait été régénéré également sans aucun doute; mais il est demeuré dans la portion du composé fixée sur les portions élargies du tube à effluves, lesquelles n'ont pu être portées au rouge sombre.

» Ce gaz régénéré, étant soumis à l'action de l'effluve, en présence de la benzine, pendant quelques heures ([2]), a fourni, au spectroscope, sous la pression atmosphérique, deux raies de l'hélium tout à fait caractéristiques : les raies 587,5 et 500; entre les deux s'étendait un espace rempli de raies et bandes mal définies. La raie 546 du mercure, si nette avec l'argon, s'entrevoyait ici par instant, au moment d'un éclairage plus intense, dû aux variations de l'électricité. Dans la partie violette, on voyait aussi la raie attribuable aux carbures d'hydrogène.

([1]) Provenant de la réaction du carbone sur le verre, lors du chauffage final, si celui-ci a été trop énergique.

([2]) Pendant cette opération, une portion de l'hélium régénéré, s'élevant à 10 centièmes, a été absorbée, comme avec l'hélium primitif.

» Enfin, j'ai repris les 31,6 centièmes du gaz primitif non absorbé au bout de deux cent dix heures, afin de rechercher si ce gaz possédait encore toutes les propriétés de l'hélium primitif, envisagé dans son ensemble. Je l'ai placé avec de la benzine dans un tube et soumis à l'influence de l'effluve. Au bout d'un certain temps, la belle luminescence vert orangé qui caractérise l'hélium a reparu, et j'ai pu y constater de la façon la plus nette les raies de l'hélium : 587,5, 516 et 500; la raie 546 du mercure et la bande 426 des carbures d'hydrogène. Le gaz initial, le gaz combiné aux éléments du sulfure de carbone, puis régénéré, et le gaz non encore absorbé se sont donc comportés tous trois de la même manière dans mes expériences, quelles que puissent être d'ailleurs les opinions relatives à l'homogénéité de l'hélium.

» En résumé, la synthèse des combinaisons de l'hélium avec la benzine et le sulfure du carbone a été exécutée, dans les mêmes conditions que celle des combinaisons de l'argon : dans un cas comme dans l'autre, ces synthèses ont été contrôlées par l'analyse, c'est-à-dire par la régénération de l'élément dans l'état de liberté. »

CHIMIE-PHYSIQUE. — *Remarques sur les chaleurs spécifiques des gaz élémentaires et sur leur constitution atomique;* par M. **Berthelot**.

« On sait que la chaleur spécifique moléculaire des gaz simples, tels que l'hydrogène, l'oxygène et l'azote, répond aux valeurs suivantes, du moins entre 0° et 200° :

$$C = 6^{\text{Cal}},8, \text{ à pression constante,}$$
$$K = 4^{\text{Cal}},8, \text{ à volume constant.}$$

» $C - K = 2^{\text{Cal}},0$ sensiblement ; cette différence représentant le travail extérieur de dilatation, lequel est le même pour tous les gaz.

» De là résulte le rapport entre les deux chaleurs spécifiques :

$$\rho = \frac{6,8}{4,8} = 1,41$$

rapport vérifié par les expériences sur la vitesse du son et dont la mesure confirme les relations précédentes.

» On admet d'ordinaire que ces mêmes valeurs doivent exister pour les divers gaz simples.

» Je vais montrer qu'il n'en est rien et que les éléments gazeux constituent en réalité plusieurs groupes différents, dont la chaleur spécifique répond à leur constitution atomique.

» 1° Un premier groupe, le plus simple de tous, est formé par les nouveaux gaz, l'hélium et l'argon, auxquels il convient d'ajouter le mercure, et probablement le zinc, le cadmium et d'autres métaux envisagés à l'état gazeux. En effet, la chaleur spécifique moléculaire de l'hélium, de l'argon et du mercure gazeux peut être calculée, d'après la connaissance du rapport de leurs chaleurs spécifiques et la constatation de l'identité de leurs lois de dilatation et de compressibilité avec celles des autres gaz.

» En fait, MM. Rayleigh et Ramsay ont trouvé

$$\rho = 1,66 = \frac{C}{K}.$$

Or

$$\frac{C}{K} = 1 + \frac{2}{K},$$

d'où

$$0,66 = \frac{2}{K}, \qquad K = 3,0, \qquad C = 5,0.$$

» Ces valeurs supposent seulement le travail intérieur négligeable, comme pour l'azote et l'hydrogène; ce que les propriétés de l'hélium et de l'argon, ainsi que la difficulté de leur liquéfaction autorisent parfaitement à admettre.

» Les mêmes valeurs sont sensiblement applicables au mercure, pour lequel $\rho = 1,66$, et probablement aussi au zinc et au cadmium, dont les densités de vapeur répondent aussi à celles de molécules monoatomiques. En effet, ce caractère est admis comme résultant, dans les théories chimiques actuelles, de l'étude des propriétés et combinaisons du mercure, du zinc et du cadmium.

» D'autre part, d'après la théorie cinétique des gaz, le rapport 1,66 impliquerait l'existence de molécules, dans lesquelles la force vive des mouvements intérieurs, tels que les mouvements vibratoires, serait nulle; c'est-à-dire que ces molécules seraient comparables à des solides, constitués par des atomes isolés. Nous retrouvons ici l'idée de molécules monoatomiques, déjà suggérée par les réactions chimiques du mercure, et cette propriété s'étend à l'argon et à l'hélium.

» 2° Le groupe des anciens gaz, azote, hydrogène, oxygène, se comporte au contraire comme constitué par des molécules formées de deux atomes,

d'après leurs réactions, aussi bien que d'après leurs deux chaleurs spécifiques 6,8, et 4,8, et le rapport de celles-ci : 1,41. C'est là un second groupe d'éléments gazeux, jusqu'ici pris comme type de tous les autres.

» 3° Entre ce groupe et le premier vient se placer un troisième groupe, celui des éléments halogènes, chlore, brome, iode. En effet, leur densité gazeuse, au voisinage des températures ordinaires et jusque vers 1000°, au moins, se joint à leurs réactions pour répondre à des molécules diatomiques : Cl^2, Br^2, I^2. Leurs chaleurs spécifiques sont même plus fortes que celles de l'hydrogène et analogues, étant représentées par les valeurs $C = 8,6$; $K = 6,6$; nombres dont le rapport

$$\rho = 1,30,$$

moindre que pour l'hydrogène, a été confirmé approximativement par la mesure des vitesses du son. Les gaz halogènes obéissent d'ailleurs jusque vers 1000° aux lois ordinaires de dilatation et de compressibilité : d'où résulte l'identité du travail extérieur produit par leur dilatation.

» Or le rapport anormal de leurs chaleurs spécifiques, aussi bien que la valeur excessive de celle-ci, paraissent corrélatifs d'une certaine transformation intérieure produite par la chaleur, transformation qui se produirait d'abord sans changement dans la condensation de la molécule, mais qui finirait ensuite par se traduire par une sorte de décomposition, ou de dissociation, tendant à amener le chlore, le brome et l'iode à l'état monomoléculaire

$$Cl^2 = Cl + Cl.$$

» J'ai expliqué ailleurs (*Essai de Mécanique chimique*, t. I, p. 337) d'une manière analogue la variation rapide avec la température de la chaleur spécifique des gaz composés, tels que l'acide carbonique : ces gaz éprouvent une transformation intérieure, qui précède leur décomposition proprement dite, et qui absorbe pour son propre compte une quantité de chaleur croissante avec la température.

» En fait, les expériences de V. Meyer montrent que vers les très hautes températures, telles que 1800°, la densité des gaz halogènes diminue; ce qui a été interprété par la dissociation progressive des molécules diatomiques, normales à basse température, en molécules monoatomiques, lesquelles finiraient par constituer ces gaz aux plus hautes températures.

» L'étude des chaleurs spécifiques concorde avec ces interprétations. En effet, d'après une détermination effectuée par la méthode des mesures

de pressions explosives (¹), la chaleur spécifique du chlore à volume constant, je dis la chaleur moyenne entre 0° et 1800°, s'élèverait à 15,3.

» Cette valeur de la chaleur spécifique comprendrait ici à la fois la chaleur absorbée par les molécules diatomiques, pendant leur élévation de température, la chaleur absorbée par les molécules monoatomiques déjà existantes, et en outre, la chaleur absorbée par la séparation des molécules diatomiques en monoatomiques. C'est cette dernière qui concourt à grossir, d'une façon anormale, la chaleur spécifique apparente; mais nous ne possédons pas toutes les données nécessaires pour en faire le départ.

» Observons cependant qu'il existe, à cet égard, une certaine analogie entre les éléments halogènes et le gaz hypoazotique, formé principalement de molécules réputées normales, telles que Az^2O^4 ou $(AzO^2)^2$, au voisinage de la température ordinaire. Ce dernier gaz a été comparé souvent aux éléments halogènes, en raison de son rôle dans la formation des composés nitrés, la nitrobenzine, $C^6H^5(AzO^2)$, par exemple, répondant à la benzine chlorée, C^6H^5Cl. Or, la molécule Az^2O^4 se dédouble en molécules simples, à mesure que la température s'élève jusque vers 200°,

$$Az^2O^4 = AzO^2 + AzO^2.$$

» Ce dédoublement se traduit par une absorption de chaleur, qui conduit à des valeurs apparentes énormes, pour la chaleur spécifique du gaz, jusqu'au degré où le dédoublement accompli ramène celle-ci à des valeurs normales. Mais la déduction de celles-ci peut être faite. On trouve ainsi que la chaleur absorbée par le dédoublement s'élèverait à $12^{Cal},6$ environ. C'est ce qui résulte des déterminations expérimentales que j'ai exécutées avec M. Ogier (*Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. XXX, p. 382).

» S'il était possible de faire un semblable calcul pour le chlore, on connaîtrait la chaleur absorbée par la dissociation de sa molécule. Je vais essayer d'en donner quelque idée, en admettant, pour fixer les idées et sous toutes réserves, que la chaleur spécifique des molécules de chlore non dissociées demeure égale à 6,6 jusqu'à 1800°; que la même valeur soit applicable à la somme des deux atomes dissociés; enfin, que la moitié du nombre des molécules soit dissociée à 1800°. On trouverait ainsi que

(¹) Voir le Mémoire que j'ai publié avec M. Vieille sur les chaleurs spécifiques des gaz aux très hautes températures (*Annales de Chim. et de Phys.*, 6e série, t. IV, p. 73; 1885).

la séparation des deux atomes de chlore absorberait $31^{Cal},3$; chiffre que je signale, je le répète, seulement pour fixer les idées.

» En tout cas, la chaleur dégagée par la formation des combinaisons entre le chlore et les autres éléments, devra être accrue à haute température de la chaleur dégagée par la réunion des deux atomes du chlore entre eux, si l'on veut la comparer soit avec la chaleur dégagée par la même combinaison, à la température ordinaire, soit avec les combinaisons similaires.

» Peut-être est-ce ici le lieu de faire observer que la variation des chaleurs spécifiques des gaz du second groupe, hydrogène, oxygène et azote, à partir de 1600°, a été constatée par deux séries d'expériences indépendantes : celles que nous avons exécutées, M. Vieille et moi (*Annales de Chimie et de Physique*, 6e série, t. IV, p. 17, 59, 66), et celles du regretté Mallard et de M. Le Chatelier. Or, dans l'ordre d'idées que j'examine en ce moment, cette variation pourrait être interprétée comme l'indice de transformations du même genre que celles qui font varier la chaleur spécifique de l'acide carbonique, avant même que sa décomposition proprement dite ait commencé. Elle précéderait ainsi le dédoublement en atomes simples des molécules diatomiques de l'oxygène, de l'azote et de l'hydrogène; dédoublement susceptible de se produire au-dessus de 4000°. Je dis seulement au-dessus de 4000°, parce que l'égalité sensible des chaleurs spécifiques moléculaires de ces trois gaz, qui se maintient au moins jusque vers cette température, paraît impliquer qu'il n'existe encore entre eux aucune de ces différences de constitution qu'une dissociation, vraisemblablement différente quant à son degré à une même température, devrait développer. Tout au plus les légers écarts observés en sens contraire entre les lois de dilatation et de compressibilité de l'oxygène et de l'hydrogène, écarts reconnus par Regnault, dès la température ordinaire, qui se retrouvent entre leurs chaleurs spécifiques, et que nous avons reconnus également sur ce dernier point aux très hautes températures, sembleraient-ils les indices d'une tendance vers ces transformations, plus accusée dans l'oxygène que dans l'hydrogène. En tout cas, il est évident que la dissociation des gaz de ce groupe ne pourrait être constatée par les températures définies au moyen du thermomètre à air, du moins directement.

» Quoi qu'il en soit de ces inductions, on ne saurait contester que les éléments halogènes forment, par leurs chaleurs spécifiques, comme par la condensation de leur molécule, qui passe de l'état diatomique à l'état monoatomique, un troisième groupe de gaz simples, intermédiaire entre les

deux premiers. En tout cas et en dehors de toute hypothèse cinétique ou autre, ils représentent par le fait une constitution spéciale et bien différente des deux précédents, depuis la température ordinaire jusque vers 2000°.

» 4° On est autorisé à admettre un quatrième groupe d'éléments gazeux, comprenant le phosphore et probablement l'arsenic ; toujours d'après les considérations concordantes, tirées à la fois des densités gazeuses et des chaleurs spécifiques. En effet, la molécule de ces éléments gazeux, au moins jusque vers 1000°, répond à une molécule formée de quatre atomes, P^4, As^4, d'après les faits observés, notamment par M. Troost.

» La constance relative de cette densité indique que le gaz phosphoré obéit entre ces limites aux lois ordinaires des gaz et fournit un même travail extérieur de dilatation. Or, la vapeur du phosphore a donné, pour le rapport des deux chaleurs spécifiques, le nombre

$$\rho = 1,175.$$

» D'où résulteraient (en négligeant le travail intérieur) :

$$C = 13,4; \qquad K = 11,4;$$

valeurs doubles à peu près de celles observées avec les éléments halogènes. On sait que la vapeur du phosphore, à de très hautes températures, finit également par se scinder en molécules plus simples.

» En résumé, j'appelle l'attention sur les valeurs suivantes de la chaleur spécifique à volume constant, rapportées à un volume identique des éléments, tel que celui occupé par 2^{gr} d'hydrogène :

Gaz à molécule monoatomique	3,0
Gaz diatomiques	4,8 (non dédoublables jusqu'à présent) et 6,6 (dédoublables au-dessus de 1500°)
Gaz tétratomiques	11,4

» On remarquera que le rapport de ces valeurs, mesurées au voisinage de la température ordinaire (entre 0° et 300°), n'est pas éloigné de celui de 1 : 2 : 4 ; c'est-à-dire que les chaleurs spécifiques de gaz simples, à volume constant, sont à peu près proportionnelles au nombre des atomes contenus dans la molécule. Le dédoublement même de la molécule diatomique des corps halogènes fournirait, pour la valeur de la chaleur spécifique de leur molécule devenue monoatomique, le chiffre 3,3 ; c'est-à-dire à peu près le même que celui des gaz monoatomiques réellement observés. Tous ces rapprochements sont d'une grande importance.

» Observons encore qu'outre les quatre groupes d'éléments gazeux qui viennent d'être distingués, il en existe d'autres, tels que certains éléments triatomiques : l'ozone, par exemple, comparable au gaz hypoazotique; et certains éléments hexatomiques : le soufre et le sélénium. Mais leur chaleur spécifique est inconnue jusqu'à présent.

» On voit, par ces développements, comment aux notions simplifiées, déduites d'une première étude des gaz élémentaires anciennement connus, tels que l'hydrogène, l'oxygène et l'azote, viennent se substituer des notions plus profondes sur la constitution physico-chimique des éléments, d'après les récentes mesures de densités, de chaleurs spécifiques et la découverte des nouveaux gaz, introduits récemment dans la Science. »

PHYSIQUE. — *Méthodes pour comparer, à l'aide de l'étincelle électrique, les durées d'oscillation de deux pendules réglés sensiblement à la même période.* Note de M. **G. Lippmann**.

« 1. La méthode des coïncidences, généralement employée pour la comparaison des durées d'oscillations, devient d'une application difficile, lorsque ces durées deviennent sensiblement égales. La méthode que j'ai l'honneur de soumettre à l'Académie est, au contraire, d'un usage d'autant plus commode que les périodes sont plus près de l'égalité; elle me paraît être plus rapide et plus précise que les méthodes des coïncidences; enfin, elle permet de comparer deux pendules quelconques, en les laissant en place, et sans les charger de pièces accessoires de masse appréciable.

» 2. Pour mesurer le rapport des durées d'oscillation des pendules A et B, on les éclaire par l'étincelle de décharge d'une bouteille de Leyde. A la lueur de cet éclair artificiel, les pendules paraissent parfaitement immobiles.

» On peut donc observer ou, mieux encore, photographier leurs positions simultanées au moment de l'éclair. On obtient ainsi deux clichés qui, plus tard, développés et mesurés micrométriquement, donneront les phases a et b de l'oscillation des deux pendules au moment de l'éclair. On attend ensuite quelque temps, puis on recommence l'expérience, en photographiant à la lumière d'une seconde étincelle les deux pendules sur deux plaques fraîches; on obtient ainsi les phases simultanées a' et b' des deux pendules au moment de la seconde étincelle. Pendant l'intervalle de temps inconnu qui s'est écoulé entre les deux étincelles, le premier pendule a exécuté $n + a - a'$ oscillations; n étant un nombre entier, $a - a'$ une frac-

tion. Le second pendule a exécuté, pendant le même temps, $n+b-b'$ oscillations (¹). Le rapport cherché est donc

$$\frac{n+a-a'}{n+b-b'}.$$

» Si les deux pendules sont trop éloignés l'un de l'autre pour être éclairés par une même étincelle, on les illumine par deux étincelles simultanées, produites par une même décharge dans un circuit qui présente deux interruptions.

» 3. Il arrive fréquemment que l'un des pendules à comparer, le pendule A, soit muni d'un circuit électrique dans lequel il interrompt périodiquement un courant de pile. La méthode s'applique alors très simplement. On met dans le circuit du pendule A un relais qui interrompt périodiquement le courant inducteur d'une bobine d'induction armée d'une bouteille de Leyde. Celle-ci produit chaque fois une étincelle; on se sert de cette étincelle pour éclairer l'index du second pendule B. L'index du pendule B est donc éclairé périodiquement par une étincelle synchrone du pendule A. Cet index se meut dans le champ d'un microscope micrométrique.

» A cause de la brièveté de l'étincelle, l'index apparaît immobile dans le champ du microscope. On note cette position. Si les deux pendules ont exactement la même période, cette position demeure invariable; on voit l'image de l'index se projeter indéfiniment sur la même division

---

(¹) La différence de phase a, exprimée en temps, a pour expression

$$a = \frac{T}{2\pi} \arcsin \frac{y}{A},$$

y étant la distance observée à la verticale, A l'amplitude, T la période. Au voisinage de la verticale, on a sensiblement

$$a = T \frac{y}{2\pi A}.$$

Afin d'avoir A en même temps que y, on éclaire d'une manière continue, pendant une ou deux oscillations, un index très fin collé au pendule, et formé d'un fragment de fil à la Wollaston. On obtient ainsi sur le même cliché trois images de l'index : deux extrêmes qui fournissent l'amplitude, et une intermédiaire produite par la lumière de l'étincelle. On mesure micrométriquement sur le cliché les distances p et q de l'image intermédiaire aux images extrêmes. On a ainsi

$$\frac{y}{A} = \frac{p-q}{2(p+q)}.$$

de l'échelle micrométrique. Si, au contraire, il y a une petite différence de marche, la position de l'index change lentement; l'image se déplace peu à peu dans le même sens que le pendule B si celui-ci est en avance, en sens inverse dans le cas contraire.

» Pour avoir une idée de la sensibilité de la méthode, supposons que l'amplitude de B soit de 10^{mm}; que chaque division du micromètre oculaire corresponde à $0^{mm},01$, et, par conséquent, à $\frac{1}{6000}$ de seconde en temps. Supposons que l'on ait constaté que l'image de l'index avance d'une division en trois cents secondes ou cinq minutes. Il s'ensuit que la différence de marche est de $\frac{1}{1800000}$. Pour mesurer cette différence de marche par la méthode des coïncidences, il eût fallu opérer sur un ou plusieurs intervalles de vingt fois vingt-quatre heures (1). »

CHIMIE. — *Classification des éléments chimiques.* Note de M. **Lecoq de Boisbaudran.**

« Je désire appeler l'attention de l'Académie sur la marche des différences de poids atomique qui s'observe entre les membres des couples d'éléments d'atomicités dominantes paires-impaires, à mesure qu'on passe d'un niveau à l'autre du Tableau que j'ai donné (*Comptes rendus*, 20 mai 1895, p. 1100).

» Dans ce Tableau, il n'est pas nécessaire de placer l'hydrogène à la base de chaque colonne (note de pied de la p. 1100) et pour les présentes remarques cela serait sans intérêt. On peut fort bien, par exemple, mettre (ainsi que l'a fait M. Mendeleeff) l'hydrogène au-dessous du lithium seulement. Cela implique alors, dans mon système, l'existence d'un élément inconnu au-dessous du glucinium et d'éléments négatifs au-dessous de toutes les autres familles. Ces éléments négatifs seraient représentés dans la réalité par des corps à très gros poids atomiques et placés à un niveau supérieur à celui de Bi, Pb, Tl. Il serait trop long de développer ici les autres conséquences de cette hypothèse.

» La marche des poids atomiques de Gl, Li, $(?\beta)''$, $(?\alpha)'$, montre que les éléments théoriques qui appartiendraient à ce niveau et qui seraient placés sous Az, C et Bo, auraient des poids atomiques négatifs, ce qui

(1) Le relais intercalé dans le circuit introduit un retard qui est une constante et qui, par conséquent, disparaît du résultat. Je me suis assuré de cette constance en microscopant le pendule A à la lumière de ces propres étincelles; l'index apparaît indéfiniment dans la même position.

serait inadmissible. Ces éléments négatifs sont, dans la réalité, représentés par les extra-hauts Bi, Pb et Tl. Mais les différences de poids atomique existant entre les pairs et les impairs des couples auxquels appartiennent ces extra-hauts doivent être inscrites au bas des colonnes du Tableau, à la place théorique des éléments négatifs et non tout en haut, où elles ne correspondraient à rien.

» Il suffira d'employer ici les poids atomiques *approchés* déterminés par l'expérience. Pour les corps inconnus, je prendrai les poids atomiques les plus vraisemblables.

» Les quelques poids atomiques que j'ai donnés p. 1103 de ma Note du 20 mai 1895 ont été trouvés par une règle très simple, mais un peu incomplète. Plusieurs de ces poids atomiques me paraissent être obtenus avec plus d'approximation par d'autres règles que j'espère avoir un jour l'honneur de faire connaître à l'Académie. Les poids atomiques de ma Note précitée me semblent être peu éloignés de la vérité pour Gl, Li, $(?\beta)''$, Az, C (C très légèrement faible) et Bo (Bo très légèrement fort). Mais je crois que $(?\alpha)'$ et O sont un peu hauts. De même, j'estime que les poids atomiques de $(?\zeta)''$, $(?\varepsilon)''$, $(?\delta)''$ et $(?\gamma)''$ (1), calculés aussi par une règle très simple, ont à subir quelques corrections. $(?\zeta)''$ me paraît faible et $(?\varepsilon)''$, $(?\gamma)''$ forts.

» J'appellerai *bascule* la différence entre le poids atomique d'un élément et la moyenne des poids atomiques des deux éléments qui forment un couple pair-impair.

» Les bascules des couples sont à peu près :

Métaux.

Poids atomiques.	Bascules.	Poids atomiques.	Bascules.
Ba″ 137,0 Cs′ 133,0	2,00	Sn″ 118,1 In′ 113,8	2,15
Sr″ 87,5 Rb′ 85,4	1,05	Ge″ 72,3 Ga′ 69,9	1,20
Ca″ 40,0 K′ 39,1	0,45	Si″ 28,1 Al′ 27,1	0,50
Mg″ 24,7 Na′ 23,0	0,85	C″ 12,0 Bo′ 11,0	0,50 (2)
Gl″ 9,1 Li′ 7,0	1,05	Pb″ 206,9 Tl′ 204,1	1,40

(1) *Comptes rendus*, 18 février 1895.

(2) Avec les décimales données par les calculs que je considère comme les meilleurs, la bascule C″ — Bo′ est légèrement supérieure à la bascule Si‴ — Al′.

Métalloïdes.

Poids atomiques.	Bascules.	Poids atomiques.	Bascules.
(?ζ)″ 133,0	3,05?	Te″ 127,8 [2]	3,55
I′ 126,9		Sb′ 120,7 [3]	
(?ε)″ 83,0	1,50?	Se″ 79,0	2,00
Br′ 80,0		As′ 75,0	
(?δ)″ 36,1	0,30?	S″ 32,1	0,55
Cl′ 35,5		Ph′ 31,0	
(?γ)″ 19,9 à 20,1 [1]	0,45 à 0,55?	O″ 16,0	1,00
Fl′ 19,0		Az′ 14,0	
(?β)″ 3,9 à 4,4 [1]	0,65 à 0,90?	(?η)″ 214,0	2,95?
(?α)′ 2,6		Bi′ 208,1	

» Même en faisant abstraction des poids atomiques calculés pour les éléments inconnus : poids atomiques toujours un peu douteux, on voit que les bascules passent par un minimum sur les nœuds, tels que ceux-ci sont établis dans mon Tableau (Ca — K, Si — Al, S — Ph). Cela n'aurait plus lieu si l'on plaçait le couple Mg″ — Na′ sur le même niveau que les couples Si″ — Al′ et S″ — Ph′.

» Chez les métaux, les bascules les plus éloignées des nœuds sont un peu plus fortes pour les couples de moindres poids atomiques. Il paraît en être de même chez les métalloïdes.

» La bascule Te″ — Sb′ est notablement plus grande que la bascule Sn″ — In′. La bascule (?ζ)″ — I′ paraît aussi être plus forte que la bascule Ba″ — Cs′. On comprend donc que l'iode se trouvant à la partie inférieure d'une forte bascule et le tellure occupant le haut d'une autre forte bascule, le poids atomique du tellure puisse être plus grand que celui de l'iode (de 0,9 environ), quoique la moyenne de Te + Sb (124,25) soit plus basse que la moyenne de (?ζ) + I (129,95).

» Il faudrait par suite appliquer aux moyennes des couples pairs-impairs et non plus aux éléments isolés, la règle de l'accroissement continu des poids atomiques depuis le plus petit jusqu'au plus grand.

» Les autres positions analogues à Te — I sont (?ζ) — Cs; Pb — Bi et Sn — Sb.

---

(1) Suivant les méthodes de calcul employées.

(2) Hauer 127,9. Brauner 127,7.

(3) Bongartz.

» Pour (?ζ) — Cs, on a : (?ζ) au sommet d'une forte bascule et Cs en bas d'une faible bascule. Pour Pb — Bi, c'est le pair qui est en haut de la faible bascule et l'impair qui occupe le bas de la forte bascule; de même pour Sn — Sb. Mes calculs donnent pour (?ζ) une valeur très voisine de celle de Cs et même peut-être très légèrement plus haute. Le bismuth est au contraire notablement supérieur au plomb (de 1,2 environ) et l'antimoine dépasse l'étain de 2,6 environ. Dans ces derniers cas, les mouvements de bascule ne suffisent pas à compenser les différences qui existent entre les moyennes des couples. »

M. **Potain** présente, au nom de M. *Serbanesco*, élève de son Service, et au sien, une série de radiographies des extrémités, recueillies chez des sujets affectés de goutte ou de rhumatisme chronique.

« Tandis que, chez les derniers, l'ostéite condensante des extrémités osseuses donne à celles-ci une opacité plus grande, chez les goutteux au contraire, on remarque au niveau des extrémités des phalanges et des métacarpiens, parfois même sur le corps de l'os, des taches blanchâtres entourées le plus souvent d'une étroite auréole foncée. Ces résultats ont été obtenus sur le vivant.

» Des radiographies de pièces osseuses provenant de goutteux montrent que les taches translucides tiennent, non à un amincissement ni à une raréfaction du tissu osseux, mais à la présence de tophus faisant saillie à la surface de l'os ou à la transformation de la substance osseuse elle-même.

» Cette transformation paraît être la substitution des urates au phosphate de chaux qui entre normalement dans la composition des os.

» Comparant entre eux les différents sels qui entrent dans cette composition, les présentateurs, en effet, ont trouvé qu'ils sont très inégalement perméables aux rayons de Röntgen. Le phosphate de chaux, le carbonate de chaux, le chlorure de sodium le sont extrêmement peu. La soude et la magnésie le sont davantage et l'urate de chaux encore beaucoup plus. En se servant de deux petites boîtes de carton accolées : l'une en forme de parallélépipède, l'autre de prisme très allongé de même longueur et de même hauteur de base, le premier rempli d'urate de chaux, l'autre de phosphate de chaux tribasique, et les soumettant simultanément à la radiographie, il a été facile de constater que l'urate de chaux est huit fois plus transparent que le phosphate; car l'unité de teinte des deux photographies ne se trouve que dans le point où l'épaisseur de ce dernier est huit fois

moindre que celle de l'autre. On comprend par là que les points de l'os où les urates se substituent aux phosphates deviennent beaucoup plus transparents. On conçoit également que l'ostéite condensante, provoquée par ces dépôts dans leur voisinage, détermine la formation de zones relativement opaques.

» La radiographie pourra donc aider le diagnostic, dans les cas où il y aura doute entre la goutte et le rhumatisme chronique osseux.

» Chez les sujets affectés de nodosités d'Heberden, lésion dont la nature goutteuse est encore un sujet débattu, on trouve, au niveau des phalanges, des taches transparentes fort distinctes, qui semblent devoir trancher le différend en faveur de ceux qui admettent la goutte comme origine première de cette affection. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Membre de la Section d'Anatomie et Zoologie, en remplacement de feu M. *Sappey*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 57,

M. Filhol	obtient.	20	suffrages.
M. J. Chatin	»	16	»
M. Giard	»	10	»
M. Dareste	»	4	»
M. L. Vaillant	»	4	»
M. Mathias Duval	»	3	»

Aucun candidat n'ayant obtenu la majorité absolue des suffrages, il est procédé à un deuxième tour de scrutin.

Le nombre des votants étant encore 57,

M. Filhol	obtient.	30	suffrages.
M. J. Chatin	»	22	»
M. Giard	»	4	»

Il y a un bulletin nul.

M. Filhol, ayant obtenu la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu. Sa nomination sera soumise à l'approbation du Président de la République.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. H.-L. Lechappe adresse de nouveaux détails sur son appareil producteur d'acétylène.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. Aug. Coret adresse le projet d'un instrument destiné à apprécier les mouvements d'ascension ou de descente des aérostats.

(Renvoi à la Commission des Aérostats.)

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, les trois premiers numéros d'une « Revue mensuelle de Physique et de Chimie et de leurs applications industrielles », Revue fondée et rédigée par un groupe de jeunes savants. (Présentée par M. Schützenberger.)

M. Schutzenberger ajoute :

« J'ai accepté l'offre qui m'était faite de prendre cette Revue sous mon patronage, en pensant qu'il y avait, dans le programme qui m'était soumis, les éléments d'une œuvre utile.

» Chaque numéro renferme deux ou trois articles de fonds et le résumé des principaux progrès réalisés dans les Sciences physiques et chimiques et dans leurs applications. »

Le Comité de réception des « Naval Architects » d'Angleterre invite l'Académie à se faire représenter au Congrès international des Ingénieurs et Architectes s'occupant de constructions maritimes, qui sera tenu à Londres au mois de juillet prochain.

MM. P. Lebeau, J. Bossert adressent des remercîments à l'Académie, pour les distinctions accordées à leurs travaux.

ASTRONOMIE. — *Nébuleuses nouvelles, découvertes à l'Observatoire de Paris* (suite) (¹). Note de M. G. **Bigourdan**, présentée par M. Lœwy.

Numéros.	Ascension droite. 1860,0	Distance polaire. 1860,0	
	h m s	° ′	
328.	17.45.46	28.30	Gr. 13,4-13,5, de 25″ de diamètre. Son aspect est assez nébuleux et aussi granuleux, ce qui pourrait tenir à la présence d'étoiles excessivement faibles, entrevues seulement.
329.	17.55.31	99.15	Trace de nébulosité entrevue seulement. Ciel médiocre. Plus tard et par ciel beau on n'a pu l'apercevoir.
330.	18. 2.59	72.41	Gr. 13,4-13,5, de 30″ de diamètre; paraît formée par plusieurs petites étoiles entremêlées de nébulosité. L'ensemble est plus brillant vers le centre, avec condensation faible. Signalée par M. Callandreau.
331.	18.26. 0	25. 7	Objet de gr. 13,4, assez stellaire, et qui paraît accompagné d'un peu de nébulosité.
332.	18.32.53	22.16	Gr. 13,4-13,5, d'aspect assez stellaire. Paraît être un petit amas d'étoiles assez écartées; pourrait aussi être une étoile accompagnée d'un peu de nébulosité.
333.	18.33.36	22.59	Gr. 13,3. Cet objet est peut-être l'étoile double indiquée par Swift près de 6677 N.G.C. Elle paraît accompagnée d'un peu de nébulosité et je ne puis la dédoubler.
334.	18.34.22	95.39	Amas double, formé d'étoiles assez nombreuses mais dispersées, sans condensation.
335.	20.15.28	84. 0	Objet nettement nébuleux, de 50″ de diamètre; dans son étendue se trouvent plusieurs points stellaires.
336.	20.40.38	98.53	Étoile 13,4-13,5, accompagnée d'autres étoiles plus faibles encore et de traces de nébulosité; une étoile 13,2-13,3 est vers $p = 290°$, $d = 1'$; la nébulosité a été soupçonnée surtout entre les deux étoiles.
337.	21.22.32	83.49	Gr. 13,5. Cet objet paraît formé par plusieurs étoiles excessivement faibles et dont une ou deux s'aperçoivent parfois assez nettement.
338.	21.32.47	84.24	Gr. 13,5. Aspect assez nébuleux. Paraît formée par plusieurs étoiles excessivement faibles, entremêlées d'un peu de nébulosité. Diamètre total : 1′ environ.

(¹) Voir *Comptes rendus*, t. CXXIII, p. 1243, et t. CXXIV, p. 65.

Numéros.	Ascension droite. 1860,0	Distance polaire. 1860,0	
	h m s	° ′	
339.	21.39.44	24.32	Étoile de gr. 9,5, qui paraît accompagnée de nébulosité située surtout à l'opposé de 7129 N.G.C.
340.	21.45.22	87.13	Gr. 13,4-13,5, de 25″ de diamètre, assez diffuse, avec légère condensation assez stellaire, qui ressort faiblement. Peut-être identique à 447 Javelle = 1407 N.G.C. (Supplément.)
341.	21.53.42	72.49	Gr. 13,5. Objet situé près d'une étoile 9,5 vers $p = 300°$, $d = 1',4$. Pourrait être un petit amas d'étoiles excessivement faibles.
342.	21.54.58	90.10	Condensation stellaire de gr. 13,4-13,5, accompagnée de nébulosité très faible et diffuse, de 20″ à 25″ de diamètre. Une étoile 13,1 est vers $p = 95°$, $d = 1',5$.
343.	21.55.32	90.20	Gr. 13,4-13,5, assez stellaire, d'environ 15″ de diamètre. Une étoile 11,5 est vers $p = 70°$, $d = 1',5$.
344.	22. 0. 8	98.49	Gr. 13,5. Objet d'aspect douteux.
345.	22. 5.12	51.46	Gr. 13,3, nettement nébuleux, mais assez fortement stellaire à cause de la condensation centrale, qui est petite et qui ressort fortement. Diamètre : 20″ à 25″.
346.	22.14.52	112.26	Gr. 13,4. Objet nettement nébuleux, d'aspect granuleux, de 30″ de diamètre, avec petit noyau stellaire qui ressort assez bien. Pourrait être 7254 N.G.C., avec un écart de 32^s en ascension droite.
347.	22.37.31	91. 5	Gr. 13,5. Soupçonnée seulement. Pas de détail perceptible, à cause de sa faiblesse.
348.	22.56.16	81.52	Gr. 13,4-13,5, de 30″ de diamètre, très légèrement plus brillante vers le centre, sans condensation bien prononcée.
349.	23. 6.45	77. 4	Gr. 13,4-13,5, assez diffuse de 25″ à 30″ de diamètre, un peu plus brillante vers le centre, avec condensation demi-stellaire, qui ressort assez bien.
350.	23. 8.50	86.15	Gr. 13,4-13,5, stellaire, un peu nébuleux.
351.	23.10.45	90.30	Gr. 13,3. C'est une condensation assez stellaire (peut-être une étoile double assez serrée), qui ressort fortement sur la nébulosité environnante, bien faible et d'environ 25″ de diamètre.
352.	23.13.35	73.30	Gr. 13,4-13,5; objet un peu nébuleux, soupçonné près de 7625 N.G.C. (à $p = 20°$, $d = 2',5$), et qui exigerait un instrument plus puissant.
353.	23.26.17	93.38	Gr. 13,4-13,5, 20″ de diamètre, d'aspect sûrement nébuleux, plus brillant au centre, presque complètement insaisissable. On soupçonne, dans la même région, d'autres objets nébuleux qui exigeraient un instrument plus puissant.
354.	23.31.21	95.38	Gr. 13,5. Une étoile 12,5-13 en est très voisine, à $p = 0°$, $d = 1',5$.

Numéros.	Ascension droite. 1860,0	Distance polaire. 1860,0	
355.	23h32m 4s	95°45′	Gr. 13,4-13,5. Objet nébuleux, qui paraît fort étendu. La région paraît très riche en nébulosités très faibles, qui exigeraient un instrument plus puissant.
356.	23.44.16	104.10	Gr. 13,3, de 10″ à 15″ de diamètre, assez stellaire, un peu plus brillante vers le centre, avec condensation centrale, demi-diffuse, et de 4″ à 5″ de diamètre.

Rectifications et remarques.

N° **242**. Big. Les coordonnées pour **1860,0** sont $\alpha = 23^h 21^m 46^s$, $P = 78°47'$.
3080 N.G.C. Trouvée 12^s avant la position de N.G.C. et 5′ plus au nord.
4482 » Trouvée 29^s avant la position de N.G.C.
5891 » Trouvée 17^s après la position de N.G.C.
5909 » Trouvée 16^s après la position de N.G.C.
6338 » Trouvée 20^s après la position de N.G.C.
7170 » Trouvée 40^s après la position de N.G.C.

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Perrine* (1896, *déc.* 8) *faites à l'observatoire de Toulouse* (*équatorial Brunner de* $0^m,25$); par M. F. **Rossard**, présentées par M. Lœwy.

Dates 1896-97.	Étoiles de comparaison.	Grandeur.	Comète. — Étoile. Ascension droite.	Comète. — Étoile. Déclinaison.	Nombre de comparaison.
Déc. 23.........	422 BD *a*	8,5	+1m.54s,89	+ 7′.27″,4	15:16
26.........	471 BD *b*	8,0	+2.27,08	+ 6.24,5	18:16
26.........	469 BD *c*	7,3	+3. 9,73	+ 9. 8,1	18:16
30.........	511 BD *d*	8,3	+0.59,92	+10.36,0	18:20
Janv. 4.........	378 BD *e*	8,3	+0.11,95	+16.55,8	13:20
7.........	549 BD *f*	7,3	+0. 0,41	+13.34,3	9: 8
9.........	626 BD *g*	8,5	+1.11,85	— 5.48,0	18:20

Positions des étoiles de comparaison.

Dates 1896.	★	Æ moyenne 1896,0.	Réduction au jour.	ⅅ moyenne 1896,0.	Réduction au jour.	Autorités.
Déc. 23..	*a*	2h27m24s,50	+4s,51	+ 1°0′52″,5	+23″,1	½ (Albany 711 + Weisse₁ 421)
26..	*b*	2.44.59,72	+4,56	+ 0.32. 7,3	+21,9	¼ (Weisse₁ 737 + Schjellerup 788-789 + Glasgow 647 + Paris 3480)

Dates 1896.	★	Æ moyenne 1896,0.	Réduction au jour.	D moyenne 1896,0.	Réduction au jour.	Autorités.
Déc. 26..	c	h m s 2.44.16,88	s +4,56	° ′ ″ + 0.29.22,9	″ +21,9	$\frac{1}{3}$ (Glasgow 643 + Paris 3468 + Radcliffe 673)
30..	d	3. 8. 1,84	+4,63	− 0.12.54,9	+19,9	Schjellerup 917
1897.		Æ 1897,0		D 1897,0		
Janv. 4..	e	3.33.27,87	+1,67	− 0.51. 3,9	+ 5,8	$\frac{1}{2}$ (Göttingen 629 + Bruxelles 1378)
7..	f	3.47. 1,81	+1,71	− 0.57.51,9	+ 5,4	$\frac{1}{5}$ (Weisse₁ 866 + Gould 4283 + Glasgow 906 + Munich₁ 1116 + Radcliffe 902)
9..	g	3.54.10,11	+1,71	− 0.41.54,3	+ 5,3	$\frac{1}{4}$ (Weisse₁ 1023 + Bonn, t. VI 626 + Schj. 1240 + Bruxelles 1526)

Positions apparentes de la comète.

Dates 1896-97.	Temps moyen de Toulouse.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parallaxe.
Déc. 23..	h m s 6.42.47	h m s 2.29.23,90	$\bar{1},241_n$	° ′ ″ + 1. 8.43,0	0,775
26..	8.10.47	2.47.31,36	$\bar{2},376_n$	+ 0.38.53,7	0,781
26..	8.10.47	2.47.31,17	$\bar{2},376_n$	+ 0.38.52,9	0,781
30..	7.50.38	3. 9. 6,39	$\bar{2},871_n$	− 0. 1.59,0	0,783
Janv. 4..	8.55. 9	3.33.41,49	$\bar{2},572$	− 0.34. 2,3	0,787
7..	10.24.59	3.47. 3,93	$\bar{2},958$	− 0.44.12,2	0,787
9..	10. 8.56	3.55.23,67	$\bar{2},773$	− 0.47.37,0	0,789

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les intégrales premières des systèmes différentiels.* Note de M. **P. Painlevé**, présentée par M. Poincaré.

« Dans un Mémoire que l'Académie a bien voulu couronner, j'ai étudié les intégrales premières de la Dynamique algébriques par rapport aux vitesses. Une Communication récente de M. Poincaré sur la méthode de Bruns me donne l'occasion de résumer d'une façon précise les résultats que j'ai obtenus, et qui vont paraître dans les *Acta Mathematica*.

» Considérons un système d'équations différentielles

$$(1)\quad \begin{cases} dx = \dfrac{dx_1}{X_1(x, x_1, \ldots, x_m, y_1, \ldots, y_n)} = \ldots = \dfrac{dx_m}{X_m(x, x_1, \ldots, x_m, y_1, \ldots, y_n)} \\ \quad = \dfrac{dy_1}{Y_1(x, x_1, \ldots, x_m, y_1, \ldots, y_n)} = \ldots = \dfrac{dy_n}{Y_n(x, x_1, \ldots, x_m, y_1, \ldots, y_n)}, \end{cases}$$

où les X, Y sont algébriques par rapport à $y_1, \ldots, y_n$ et peuvent, par suite,

s'exprimer rationnellement à l'aide des $(n+1)$ variables $y_1, \ldots, y_n, z$, liées par une relation

$$S(z, y_1, \ldots, y_n, x_1, \ldots, x_m) = 0,$$

où S est un polynome en $z, y_1, \ldots, y_n$ qui, de même que les X, Y, dépend analytiquement de $x, x_1, \ldots, x_m$. Étudions *les intégrales premières d'un tel système algébrique par rapport à* $y_1, \ldots, y_n$. On voit immédiatement qu'on peut supposer ces intégrales rationnelles par rapport à $y_1, \ldots, y_n, z$; soit

$$(2) \qquad C = R(z, y_1, \ldots, y_n, x, x_1, \ldots, x_m)$$

une telle intégrale, *de degré* ν *en* $z, y_1, \ldots, y_n$. Proposons-nous de déterminer toutes les intégrales (2) (de degré ν) d'un système (1) donné.

» Deux cas sont à distinguer, suivant que le système (1) admet ou non des intégrales premières de la forme

$$(3) \qquad F(x, x_1, \ldots, x_m) = \text{const.}$$

» Premier cas. — *Le système* (1) *n'admet pas d'intégrales premières de la forme* (3).

» Les intégrales cherchées (2) ne sauraient dépendre que *d'un nombre fini de paramètres arbitraires,* et leurs singularités non polaires sont *fixes* (indépendantes de ces paramètres). Ces singularités, ou bien coïncident avec les singularités des X, Y, ou bien sont données par une relation

$$H(x, x_1, \ldots, x_n) = 0$$

qui est *une intégrale première particularisée* du système. Si les X, Y sont algébriques en $x, x_1, \ldots, x_n$, il en est de même de H.

» Il suit de là que les intégrales (2) dépendent de l'intégration *d'une équation différentielle ordinaire* (E) *à points critiques et essentiels fixes. A priori,* l'intégrale générale de l'équation (E) peut renfermer ses constantes algébriquement ou sous forme transcendante. Dans la première hypothèse, (E) s'intègre par quadratures ou se ramène à une équation linéaire. Cette première hypothèse est sûrement réalisée dans le cas où m est nul, et, dans le cas où (les X, Y étant algébriques) l'intégrale générale de (1) est algébrique.

» Deuxième cas. — *Le système* (1) *admet des intégrales premières de la forme* (3).

» Soit i le nombre des intégrales (3) distinctes ($i \leqq m$) : leur détermination dépend d'une équation différentielle ordinaire d'ordre i, soit (E').

» Les intégrales (2), s'il en existe, renferment *des fonctions arbitraires.*

Une fois intégrée l'équation (E'), leur détermination dépend d'une équation (E) *à points critiques et essentiels fixes*.

» Étudions maintenant les *intégrales premières particularisées* de (1); soit

$$(4) \qquad P(z, y_1, \ldots, y_n; x, x_1, \ldots, x_m) = 0,$$

où P est un polynôme de degré ν en $z, y_1, \ldots, y_n$, dont un coefficient est égal à 1. Lors même qu'on se trouve dans le premier cas, ces intégrales (4) peuvent dépendre de fonctions arbitraires. Mais leurs singularités satisfont à certaines conditions qui jouent un rôle très important dans la recherche des intégrales premières de la Dynamique. Convenons d'appeler *surface intégrale* de l'espace $(x, x_1, \ldots, x_m) = 0$, toute relation $K(x, x_1, \ldots, x_m) = 0$, telle que les égalités

$$K = 0, \qquad \frac{\partial K}{\partial x} + \frac{\partial K}{\partial x_1}\frac{dx_1}{dx} + \cdots + \frac{\partial K}{\partial x_m}\frac{dx_m}{dx} = 0$$

soient vérifiées identiquement par toute solution de (1) qui les vérifie pour une valeur x_0 de x. Soit maintenant $H(x, x_1, \ldots, x_m) = 0$ une relation analytique qui définit une singularité (isolée) de P, singularité distincte de celle des X, Y. Deux cas sont possibles :

» 1° *Si cette singularité est transcendante*, $H = 0$ est nécessairement *une surface intégrale;* de plus, la singularité ne saurait être *essentielle*.

» 2° *Si la singularité est algébrique* (¹), ou bien $H = 0$ est une surface intégrale, ou bien la condition suivante est remplie : remplaçons, dans H, les variables $x_1, \ldots, x_m$ en fonction de x et des valeurs initiales $x^0, x_1^0, \ldots, x_m^0, y_1^0, \ldots, y_m^0$; soit $H_1(x)$ la fonction de x ainsi obtenue; éliminons x entre $H_1 = 0$, $\frac{dH_1}{dx} = 0$, et soit $S(x^0, x_1^0, \ldots, x_m^0, y_1^0, \ldots, y_m^0) = 0$ le résultant; la relation $S(x, x_1, \ldots, x_m, y_1, \ldots, y_m) = 0$ doit être une conséquence de $P = 0$.

» Enfin, si la singularité $H = 0$ est singularité *pour toutes les branches de* P, elle est nécessairement algébrique et vérifie la dernière condition énoncée.

» Considérons notamment un système (1) de la forme

$$(A) \quad \frac{dx_i}{dt} = x'_i, \qquad \frac{dx'_i}{dt} = \frac{P_i(x'_1, \ldots, x'_n, x_1, \ldots, x_n)}{Q(x'_1, \ldots, x'_n, x_1, \ldots, x_n)} \qquad (i = 1, 2, \ldots, n),$$

où les P_i *et* Q *sont des polynômes en* $x'_1, \ldots, x'_n$. Cherchons à déterminer

(¹) On la suppose critique : si elle était simplement polaire, on la ferait aisément disparaître.

les intégrales premières de (A), rationnelles et de degré ν en $x'_1, \ldots, x'_n$, et où t ne figure pas explicitement.

» D'après ce qui précède, les singularités (non polaires) de ces intégrales coïncident avec les singularités des $\frac{P_i}{Q}$. La détermination de ces intégrales dépend d'une équation différentielle à points critiques et essentiels fixes.

» Soit, de plus, p le degré maximum et p' le degré minimum en $x'_1, \ldots, x'_n$ des termes des P_i; soient Π_i l'ensemble des termes de P_i de degré p, Π'_i l'ensemble des termes de degré p'. Soit de même q et q' les degrés maximum et minimum des termes de Q, et K et K' l'ensemble des termes de degré q et q'. *Si p est au plus égal à $q+2$*, considérons le système

$$(A)' \qquad \frac{dx_i}{dt} = x'_i, \qquad \frac{dx'_i}{dt} = \frac{\Pi_i}{K}.$$

» Une fois déterminées les intégrales premières (2) de (A)', il suffit de *quadratures* pour déterminer les intégrales (2) de (A). *En particulier, si* (A)' *s'intègre algébriquement, les intégrales* (2) *de* (A) *n'exigent que des quadratures.*

» *Si p' est au moins égal à $q'+2$*, les mêmes propositions subsistent à condition de remplacer (A)' par

$$(A)'' \qquad \frac{dx_i}{dt} = x'_i, \qquad \frac{dx'_i}{dt} = \frac{\Pi'_i}{K'}.$$

» Ces propositions (et d'autres qui s'y rattachent) m'ont été très utiles dans l'étude des équations du second ordre à points critiques fixes. L'application aux équations de la Dynamique fera, si l'Académie le permet, l'objet d'une autre Communication. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les pôles des fonctions uniformes à plusieurs variables indépendantes.* Note de M. **Autonne**, présentée par M. Jordan.

« Prenons une fonction uniforme X de r variables indépendantes y et x_l ($l = 1, 2, \ldots, r-1$), coordonnées d'un point ζ dans un espace E_r à r dimensions. Un point ω, $y = b$ et $x_l = a_l$, sera (Weierstrass) un « point singulier non essentiel » ou « pôle », si l'on a, aux abords de ω,

$$X = \frac{P_1(y-b,\ x_1-a_1,\ \ldots,\ x_{r-1}-a_{r-1})}{P_0(y-b,\ x_1-a_1,\ \ldots,\ x_{r-1}-a_{r-1})},$$

$P_1, P_0 =$ fonctions uniformes, régulières en ω, avec

$$P_1(0, 0, \ldots, 0) = P_0(0, \ldots, 0) = 0.$$

» Si les deux séries P_1 et P_0 sont premières entre elles (au sens de Weierstrass), ω sera pour X un point d'assez profonde indétermination, que nous nous proposons d'évaluer. La valeur X_ω de X en ω sera, *par définition*, la limite vers laquelle tend X, quand ζ tend vers ω. Seulement X_ω dépendra de l'itinéraire $\mathfrak{W}$, suivant lequel ζ tendra vers ω.

» Il y a avantage à employer le langage géométrique et à considérer plusieurs fractions telles que $P_1 : P_0$, munies d'un même dénominateur P_0. On supposera d'ailleurs $b = a_l = 0$.

» Soient donc dans un espace E_N à N dimensions les coordonnées homogènes ξ_j, $j = 0, 1, \ldots, N$, d'un point ξ. Les relations

$$(0) \left\{ \begin{array}{l} \rho\xi_j = F_j(y, x_1, \ldots, x_{r-1}), \qquad \rho = \text{facteur de proport.}, \\ F_j = \text{fonction uniforme, régulière en } \omega, \text{ avec } F_j(0, \ldots, 0) = 0 \end{array} \right\}$$

définissent, quand ζ parcourt E_r, une variété Ξ_r à r dimensions située dans E_N; Ξ_r est le lieu du point ξ *image* de ζ. Quelle est l'image $\Omega(r)$ du point ω lui-même? Ce sera par définition la figure constituée par l'ensemble des positions limites $\bar{\xi}$, vers lesquelles tend ξ, quand ζ tend vers ω, suivant tous les itinéraires possibles $\mathfrak{W}$ de E_r. La construction de $\Omega(r)$ se nommera le *problème* [r], notation qui met en évidence le nombre des dimensions de E_r.

» La solution de [1] est immédiate. J'ai déjà résolu les cas [2] (*Comptes rendus*, 11 novembre 1895; *Rendiconti du Cercle Mathématique de Palerme*; 1896) et [3] (*Comptes rendus*, 9 et 30 décembre 1895). Les procédés précédents ne réussissent plus pour $r > 3$. La méthode de réduction successive pour la singularité de ω, qui a résolu [3], ne se laisse plus formuler avec quelque précision. Quant à la méthode directe qui a servi pour [2], elle ne donne plus rien, et voici pourquoi.

» On a pris pour point de départ la décomposition de F_j en facteurs de la forme $y - \eta$, η étant racine de $F_j(\eta, x_1, \ldots, x_{r-1}) = 0$. Pour $r = 2$, on sait que η est holomorphe en $x^{\frac{1}{s}}$, s entier positif (M. Poincaré; *Thèse inaugurale*); mais pour $r > 2$, on ignore l'expression nécessaire de η. A la vérité, M. Kobb (*Journal de Mathématiques*; 1892) a, lorsque F_j est un polynome, représenté les r variables η et x_l par r séries à $r - 1$ variables auxiliaires u. Seulement il entre dans le choix des u une très large dose

d'arbitraire. Cette particularité masque la nature de η. Il y a là matière pour l'établissement d'une théorie des invariants, laquelle a été ébauchée par M. Kobb lui-même (*Bulletin de la Société Mathématique*; 1893), mais paraît extrêmement difficile.

» La présente Note résume la solution du problème $[r]$; la méthode consiste à passer de $[r]$ à $[r-1]$.

» En premier lieu, il est licite, sans restreindre la généralité, de supposer que F_j est en y un polynome du degré m et d'écrire

$$\left\{\begin{array}{l} F_j = \sum_{i=0}^{i=m} y^i A_{j,m-i}(x_1, \ldots, x_{r-1}), \\ A_{j,m-i} = \text{fonction uniforme, régulière en } \omega, \\ \text{avec} \\ A_{j0} = 1 \text{ et } A_{j,m-i}(0, \ldots, 0) = 0 \text{ pour } i < m. \end{array}\right\}$$

» Si dans les équations (o), on envisage les x comme des paramètres, elles représentent une courbe (variété à une dimension) unicursale Γ de E_N. Lorsque, dans un espace E_{r-1}, le point x, de coordonnées x_l, tend vers le point $x_l = 0$ suivant divers itinéraires ϖ, Γ tend vers certaines positions limites $\bar{\Gamma}$. Alors :

» 1° La figure $\Omega(r)$ est située sur l'ensemble des courbes précédentes $\bar{\Gamma}$;

» 2° La résolution du problème $(r-1)$ assure la connaissance des $\bar{\Gamma}$. Pour préciser, $\bar{\Gamma}$ dépend algébriquement de certains paramètres, en nombre fini, coordonnées d'un point mobile sur une certaine $\Omega(r-1)$. En général, $\Omega(r)$ est constituée par l'ensemble des $\bar{\Gamma}$, mais dans des cas particuliers, que j'ai définis, $\Omega(r)$ comprend seulement, sur chaque $\bar{\Gamma}$, un nombre fini de points spéciaux. Ainsi, $\Omega(r)$ ayant s_r dimensions, $s_r - s_{r-1} = 0$ ou 1, et, par conséquent, $s_r \leqq r-1$.

» En particulier (*Comptes rendus* du 30 décembre 1895) :
pour $s_3 = 2$, ω est un zénith;
pour $s_3 = 1$, ω est un nadir;

» Les figures $\Omega(r)$ sont en fait des groupes d'hypersurfaces, pourvues de génératrices unicursales. On établira facilement plusieurs propriétés géométriques de ces hypersurfaces; notamment, elles sont en général unicursales. De même, on trouvera sans peine, sur les nombres s_r, diverses propositions, dont voici la plus simple, relative au cas $r = 3$:

» *Si les zéros communs aux* $N+1$ *fonctions* F_j *forment un ensemble continu à une dimension* E_1, *le point courant sur* E_1 *est un nadir.*

» C'est la généralisation du théorème sur le nombre fini des nadirs, démontré (*Comptes rendus*, 30 décembre 1895) lorsque les F_j sont des polynomes. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les séries de Taylor*. Note de M. **Eugène Fabry**, présentée par M. Darboux.

« M. Borel a démontré (*Comptes rendus* du 14 décembre 1896) qu'une série $\Sigma a_n z^n$, dont les coefficients sont arbitraires, a pour coupure son cercle de convergence. Ce théorème peut encore se déduire des méthodes que j'ai indiquées pour la recherche des points singuliers (*Annales de l'École Normale*, octobre 1896).

» Le rayon de convergence étant égal à 1, soit

$$\begin{aligned}\varphi_m(t) = a_m + a_{m+1} t \frac{m+1}{p+1} + \ldots + a_{m+\nu} t^\nu \frac{(m+1)\ldots(m+\nu)}{(p+1)\ldots(p+\nu)} \\ + a_{m-1} \frac{1}{t} \frac{p}{m} + \ldots + a_{m-\nu} \frac{1}{t^\nu} \frac{p(p-1)\ldots(p-\nu+1)}{m(m-1)\ldots(m-\nu+1)},\end{aligned}$$

où p est un nombre entier tel que $\frac{p}{mt}$ tende vers 1, ν le plus grand nombre entier inférieur à λm, $0 < \lambda < t < 1$.

» Si $\sqrt[m]{|\varphi_m(te^{\omega i})|}$ a pour limite supérieure 1, pour $m = \infty$, le point $z = e^{\omega i}$ est singulier.

» Soit k un nombre entier supérieur à λm; on a

$$\sum_{n=0}^{k-1} \varphi_m\left(te^{\omega + \left(\frac{2n\pi}{k}\right)}\right) = k a_m.$$

» Parmi les k arguments $\omega + \frac{2n\pi}{k}$, il y en a donc au moins un tel que $|\varphi_m(te^{\omega' i})| \geqq |a_m|$, et cette inégalité est vérifiée pour une infinité de valeurs de ω'.

» Soit A_m une quantité positive telle que $\frac{LA_m}{m}$ tende vers 0. On pourra choisir $A_m < |a_m|$, à condition de ne jamais prendre pour $\varphi_m(t)$ certaines suites de valeurs de m, pour lesquelles $\frac{L|a_m|}{m}$ ne tendrait pas vers 0. On pourra, par exemple, prendre $A_m = e^{-\frac{m}{Lm}}$, sauf dans des cas particuliers. Il existera alors des valeurs de ω telles que $|\varphi_m(te^{\omega i})| > A_m$, et à chaque va-

leur de m correspondront une infinité de valeurs de ω vérifiant cette inégalité. Pour qu'il n'y ait aucun point singulier sur un arc du cercle de convergence, il est nécessaire que l'on puisse trouver un nombre m_0 tel que, pour toute valeur de m supérieure à m_0, aucun de ces arguments ne soit situé sur cet arc.

» Si l'on considère une suite illimitée de valeurs de m, telles que $\sqrt[m]{|a_m|}$ tende vers 1, on pourra en déduire au moins un point singulier du cercle de convergence. Pour que ce point soit unique, il faut même que les valeurs correspondantes de ω aient une limite déterminée.

» Supposons que l'on ne prenne pour m que des valeurs de la forme $(1+\lambda')^n + q$, où $\lambda' > \frac{2\lambda}{1-\lambda}$, n étant un nombre entier qui augmente indéfiniment, et q une quantité variable avec n, mais qui reste comprise entre deux limites fixes. A partir d'une valeur déterminée de n, deux fonctions φ_m n'auront aucun terme commun. On peut former des suites infinies de valeurs de n, en nombre aussi grand que l'on voudra, n'ayant aucune valeur commune; à chaque suite correspond au moins un point singulier. Les coefficients de la série étant supposés arbitraires, et indépendants les uns des autres, les points singuliers déduits de termes différents seront aussi indépendants. Il y a donc, en général, une infinité de points singuliers sur le cercle de convergence, et ils peuvent être disposés d'une façon arbitraire. Dans le cas le plus général, le cercle de convergence sera donc une coupure, car autrement il faudrait qu'il y ait des arcs sur lesquels ne se trouve aucun point singulier. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'équation des télégraphistes.* Note de M. **Le Roux**, présentée par M. Darboux.

« Je me propose de montrer dans cette Note, par un exemple, l'utilité pratique de la considération des *intégrales principales* des équations aux dérivées partielles du second ordre.

» Proposons-nous de déterminer une intégrale de l'équation

$$\frac{d^2u}{dt^2} = \frac{d^2u}{dr^2} - u$$

se réduisant à une constante $f(0)$ pour $r = t$ et à une fonction donnée $f(t)$ pour $r = 0$.

» Cette question revient au problème suivant, un peu plus général :

» *Déterminer une intégrale de l'équation*

$$(1)\qquad \frac{\partial^2 z}{\partial x\,\partial y}+z=0,$$

se réduisant pour $y=0$ *à* $f(x)$ *et pour* $y=x$ *à* $\varphi(x)$.

» Examinons d'abord le cas des fonctions holomorphes dans le voisinage de l'origine. L'intégrale peut alors être représentée par le développement en série

$$(2)\qquad \left\{\begin{aligned} z=a_0\varphi_0(x,y)+a_1\varphi_1(x,y)+a_2\varphi_2(x,y)+\ldots+a_n\varphi_n(x,y)\\ +b_1\psi_1(x,y)+b_2\psi_2(x,y)+\ldots+b_n\psi_n(x,y).\end{aligned}\right.$$

Les fonctions φ_i et ψ_i qui se rattachent aux fonctions de Bessel sont des intégrales particulières définies par les conditions aux limites

$$\begin{aligned} &\varphi_0(0,y)=1=\varphi(x,0),\\ &\varphi_i(0,y)=0,\qquad \varphi_i(x,0)=\frac{x^i}{i!},\\ &\psi_i(0,y)=\frac{y_i}{i!},\qquad \psi_i(x,0)=0.\end{aligned}$$

» On a

$$(3)\qquad \varphi_p(x,y)=\sum_{n=0}^{n=\infty}\frac{(-1)^n x^{n+p}y^n}{(n+p)!\,n!}.$$

» Désignons par $F(x,y)$ l'intégrale particulière qui se réduit pour $y=0$ à $f(x)$ et pour $x=0$ à la constante $a_0=f(0)$.

» On a

$$(4)\qquad F(x,y)=a_0\varphi_0+a_1\varphi_1+\ldots+a_n\varphi_n+\ldots.$$

Les coefficients $a_0, a_1, \ldots, a_n$ sont les dérivées successives de $f(x)$ pour $x=0$, de sorte que l'intégrale $F(x,y)$ s'obtient en remplaçant dans le développement de $f(x)$, suivant la formule de Mac Laurin, les éléments $\frac{x^n}{n!}$ par les intégrales correspondantes φ_n.

» Il reste donc à déterminer la seconde ligne du développement (2) de manière à avoir

$$(5)\qquad \varphi(x)-F(x,x)=b_1\psi_1(x,x)+b_2\psi_2(x,x)+\ldots+b_n\psi_n(x,x)+\ldots,$$

ce qui revient à développer une fonction holomorphe en série de fonctions de Bessel. Comme toute fonction holomorphe est un composé linéaire d'élé-

ments de la forme $\frac{x^p}{p!}$, nous sommes conduits à résoudre d'abord l'identité

$$\frac{x^p}{p!} = \sum_i b_{ip}\psi_i(x, x).$$

On a

$$(6)\qquad \frac{x^p}{p!} = \psi_p(x, x) + \sum_{n=1}^{n=\infty} (c^p_{p+n} + c^p_{p+n-1})\psi_{2n+p}(x, x).$$

» Considérons, d'après cela, l'intégrale

$$(7)\qquad Z_p(x, y) = \psi_p(x, y) + \sum_{n=1}^{n=\infty} (c^p_{n+p} + c^p_{p+n-1})\psi_{p+2n}(x, y),$$

qui s'annule pour $y = 0$ et se réduit à $\frac{x^p}{p!}$ quand on y fait $y = x$, et désignons par $\Phi(x, y)$ l'intégrale obtenue en remplaçant, dans le développement de la fonction holomorphe $\varphi(x) - F(x, x)$, les éléments $\frac{x^p}{p!}$ par $Z_p(x, y)$. L'intégrale satisfaisant aux conditions cherchées sera finalement

$$Z = F(x, y) + \Phi(x, y).$$

» Nous allons trouver une autre solution bien plus complète en partant de l'intégrale $Z_0(x, y)$ obtenue en faisant $p = 0$ dans l'équation (7).

$$Z_0(x, y) = \varphi_0(x, y) + 2\sum_1^\infty \psi_{2n}(x, y).$$

» On a

$$Z_0(x, 0) = 1, \qquad Z_0(x, x) = 1.$$

« Si l'on remplace, dans Z_0, x et y par $x - \alpha$ et $y - \alpha$, on obtient une intégrale principale par rapport à y et qui se réduit à l'unité pour $x = y$. L'intégrale

$$\int_0^y \theta(\alpha) Z_0(x - \alpha,\ y - \alpha)\, d\alpha$$

sera donc une solution de l'équation (1) s'annulant pour $y = 0$ et prenant pour $y = x$ la valeur

$$\int_0^x \theta(x)\, dx.$$

» Ces considérations conduisent immédiatement à la solution du problème.

» Posons

$$F(x,y)=f(0)\varphi_0(x,y)+\int_0^x f'(\alpha)\varphi_0(x-\alpha,y)\,d\alpha.$$

L'intégrale cherchée sera donnée par la formule

$$(9)\quad \left\{\begin{aligned} z=f(0)\varphi_0(x,y)&+\int_0^x f'(\alpha)\varphi_0(x-\alpha,y)\,d\alpha\\ &+\int_0^y Z_0(x-\alpha,y-\alpha)\frac{d}{d\alpha}[\varphi(\alpha)-F(\alpha,\alpha)]\,d\alpha.\end{aligned}\right.$$

» A l'occasion du problème précédent proposé par M. Carvallo, M. Picard avait démontré que l'on peut en général déterminer une intégrale de l'équation linéaire aux dérivées partielles du second ordre prenant des valeurs données sur une caractéristique et sur une autre droite. On peut généraliser légèrement ce théorème de M. Picard, en remplaçant la droite par une courbe analytique quelconque qui *coupe* la caractéristique. L'intégrale satisfaisant à ces conditions serait représentée par une formule analogue à la formule (9) si l'on avait préalablement calculé une intégrale principale par rapport à y se réduisant à l'unité sur la courbe considérée. Dans tous les cas le théorème général que j'ai démontré dans ma thèse, relativement aux fonctions représentées par des intégrales définies de la forme

$$\int_{x_0}^x \gamma(\alpha)\varphi(x,\alpha)\,d\alpha$$

permet d'affirmer l'existence de la solution, et même de l'intégrale principale que nous venons de définir.

» Les développements qui précèdent montrent les avantages que peuvent présenter, dans certaines questions, les intégrales simplement principales. Le fait qu'elles ne sont pas entièrement déterminées par la condition qui les définit leur laisse une certaine souplesse et permet de mieux les adapter aux problèmes variés qui se présentent dans les applications. »

PHYSIQUE. — *Loi de transparence des gaz pour les rayons* X. Note de M. L. **Benoist**, présentée par M. Lippmann.

« Dès les premières expériences sur les rayons X, on a remarqué que l'opacité des différents corps pour ces rayons augmentait en général avec

leur densité, et l'on a pensé qu'il pourrait exister une relation simple, telle que la proportionnalité directe, entre ces deux caractères. Mais une telle relation ne paraît pas exister pour les solides.

» J'ai pensé que les corps pris à l'état gazeux devraient donner des résultats plus simples, et j'ai entrepris l'étude du pouvoir absorbant des différents gaz pour les rayons X en employant la méthode électrométrique que nous avons indiquée les premiers, M. Hurmuzescu et moi ([1]).

» Les gaz sont enfermés dans un cylindre métallique, à bases d'aluminium, d'une longueur de 74^{cm}, interposé entre notre électromètre et le tube de Crookes, et dans lequel chaque gaz est alternativement porté aux pressions de 1 et 2 atmosphères.

» J'ai trouvé, en opérant sur l'acide sulfureux, le chlorure de méthyle et l'air, que l'absorption produite est proportionnelle à la densité du gaz employé. C'est la relation que M. Lénard avait déjà obtenue pour les rayons cathodiques, avant la découverte de Röntgen.

» Voici les nombres résultant d'un assez grand nombre de mesures :

	Absorption a.	Masse spécifique normale μ.	Quotient. $\frac{\mu}{a}$.
Acide sulfureux..........	0,263	$2^{gr},861$	10,87
Chlorure de méthyle	0,223	2,254	10,11
Air	0,111	1,293	11,60
		Moyenne.........	10,86

» La valeur trouvée pour l'air, soit $\frac{1}{9}$, concorde bien avec celle que nous avaient fait prévoir les écarts croissant avec la distance, que nous avions constatés en vérifiant pour les rayons X la loi du carré des distances : nous avions en effet conclu à une absorption de $\frac{1}{25}$ à $\frac{1}{30}$ pour une distance de 25^{cm}.

» Si l'on appelle *pouvoir absorbant spécifique* d'une substance celui d'une lame dont l'épaisseur représente l'unité de masse par centimètre carré de surface (il convient de prendre pour unité le décigramme), on voit que le pouvoir absorbant spécifique des gaz est *une constante*, pour une température et une pression initiale données, et pour une même espèce de rayons X. Je compte utiliser les variations de cette constante pour différencier ces rayons.

» De plus, il convient désormais de comparer le pouvoir absorbant spé-

---

([1]) *Comptes rendus*, 3 février 1896 et suivants.

cifique des différents corps à celui des gaz; ainsi apparaîtra mieux une relation possible dans le cas des solides et des liquides.

» Je trouve, comme pouvoir absorbant spécifique des gaz résultant des mesures précédentes, la valeur 0,14.

» Or l'aluminium, dont j'ai eu plusieurs fois l'occasion de mesurer la transparence, donne 0,09. L'écart n'est pas grand, et par suite l'aluminium satisfait presque à une loi générale de proportionnalité entre le pouvoir absorbant et la densité; ce nombre, un peu trop faible, s'expliquerait par des phénomènes possibles de luminescence.

» Au contraire l'argent me donne 0,84, soit un nombre six fois trop grand. Donc l'écart paraît augmenter avec la densité pour les corps solides.

» J'ai pu constater en outre, pour les gaz, que l'absorption diminue rapidement quand la température s'élève sous pression constante, ce que la loi des densités permet d'ailleurs de prévoir. Je me propose de vérifier si le pouvoir absorbant spécifique est indépendant de la température, comme cette prévision l'indiquerait, du moins sous volume constant [1]. »

CHIMIE. — *Sur la vitesse de la réduction de l'acide chromique par l'acide phosphoreux*. Note de M. G. **Viard**, présentée par M. Troost.

« Lorsque deux corps dissous réagissent progressivement l'un sur l'autre pour donner un produit également dissous, on sait que la vitesse de la réaction change à chaque instant : 1° parce que la quantité de matière à transformer diminue; 2° parce que la dilution augmente; 3° parce que la présence du produit de la réaction influe sur sa vitesse.

» Dans les premières études faites sur ce sujet, on a simplifié artificiellement la question en laissant de côté l'influence tant de la dilution que du produit de la réaction; la vitesse de celle-ci est alors à chaque instant proportionnelle au poids de matière transformable, ce qui se traduit par

$$\frac{dx}{dt} = \mathrm{K}(\mathrm{A} - x)$$

et il a été fait un certain nombre d'expériences qui concordent sensiblement avec cette formule.

---

[1] Travail fait au laboratoire de Recherches physiques, à la Sorbonne.

» Mais, dans le cas où la dilution et le produit formé agissent tous deux dans le même sens, pour retarder la réaction, on ne doit pas être surpris de trouver en défaut la formule précédente. La plupart du temps, la marche de la réaction peut alors être représentée par une expression telle que

$$\frac{dx}{dt} = \mathrm{K}(\mathrm{A}-x)^n,$$

dans laquelle n peut s'écarter notablement de l'unité.

» C'est ce qui a lieu dans la réaction de l'acide chromique sur l'acide phosphoreux : la réduction, comme presque toutes celles qu'effectue à froid l'acide phosphoreux, se fait très lentement.

» Il suffit, pour suivre la réaction, de mesurer le volume de sulfate ferreux qu'il faut verser dans un volume donné du mélange pour achever la réduction de l'acide chromique; des gouttes de ferricyanure de K servent d'indicateur. On s'est assuré que la présence de l'acide phosphoreux ne trouble pas ce dosage.

» Les expériences ont été faites à la température de 0° et avec diverses concentrations. J'appellerai *solutions normales* celles qui contiennent par litre $\frac{1}{2}$ molécule, soit 55^{gr} d'anhydride phosphoreux ou 50^{gr},1 d'anhydride chromique. 4 volumes de solution chromique exigeaient, par suite, 3 volumes de solution phosphoreuse.

» On a employé, en outre, des solutions dont les concentrations étaient respectivement $\frac{1}{10}$, $\frac{2}{10}$, $\frac{3}{10}$, $\frac{5}{10}$ et $\frac{7}{10}$ des solutions normales. La richesse des solutions phosphoreuses était déterminée par la méthode de Rose (réduction du chlorure mercurique).

» La marche de la réaction peut, sans grande erreur, être représentée par la formule

$$\frac{dx}{dt} = \mathrm{K}(\mathrm{A}-x)^4,$$

x étant la quantité d'acide chromique réduit à l'époque t et A la quantité initiale.

» On en déduit

$$t = \frac{1}{3\mathrm{KA}^3} \times \frac{\mathrm{A}^3-(\mathrm{A}-x)^3}{(\mathrm{A}-x)^3},$$

ou posant pour abréger $\mathrm{C} = 3\mathrm{KA}^3$,

$$(\mathrm{A}-x)^3 = \frac{\mathrm{A}^3}{1+\mathrm{C}t},$$

ce qui donne x quand C est connu.

» Chaque expérience fournit une valeur de C. On peut prendre la

moyenne de ces valeurs et, en la substituant dans l'équation précédente, calculer x au bout d'un temps donné. C'est ainsi qu'ont été obtenues les valeurs de x calculées dans le Tableau suivant. x est évalué en centièmes de la quantité d'acide chromique initiale. En d'autres termes, $A = 100$.

Concentrations.

Temps en jours.	1/10. x		2/10. x		3/10. x		5/10. x		7/10. x		10/10. x	
	trouvé.	calculé.	trouvé.	calculé.	trouvé.	calculé.	trouvé.	calculé.	trouvé.	calculé.	trouvé.	calculé.
1..	3,9	3,7	8,7	9,1	13,8	14,3	22,0	22,1	29,1	29,1	36,1	35,9
2..	7,1	6,9	15,3	15,5	22,3	22,9	32,9	32,4	40,5	39,9	47,2	46,7
3..	9,7	9,7	20,0	20,5	28,5	28,8	39,6	38,8	47,0	46,1	53,2	52,6
4..	12,3	12,3	24,0	24,5	33,3	33,2	44,0	43,3	51,0	50,4	57,0	56,6
5..	14,4	14,5	27,6	27,7	37,0	36,7	47,3	46,7	»	»	59,5	59,5
7..	18,4	18,4	33,1	32,9	42,2	42,0	52,0	51,6	»	»	63,0	63,5
10..	23,5	23,1	39,1	38,5	47,6	47,5	56,5	56,6	»	»	66,2	67,4
15..	28,9	29,0	45,3	44,8	53,8	53,4	61,3	61,7	»	»	69,5	71,4
20..	»	»	49,4	49,1	»	»	64,4	65,1	»	»	71,4	74,0
30..	»	»	54,8	54,9	»	»	68,0	69,2	»	»	74,2	77,2
45..	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	76,8	80,1
60..	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	78,3	81,9
	$C = 0,12$		$C = 0,33$		$C = 0,59$		$C = 1,12$		$C = 1,80$		$C = 2,80$ (Moy. des dix prem. jours.)	

» La concordance relative (du moins pour les valeurs de x ne dépassant pas trop 60 pour 100) entre les résultats du calcul et ceux de l'observation ne doit pas faire illusion sur la valeur de la formule $\frac{dx}{dt} = K(A - x)^4$. Elle signifie simplement que $\frac{dx}{dt}$ est une fonction de $A - x$ dans le développement en série de laquelle le terme $(A - x)^4$ est prépondérant. Si $\frac{dx}{dt} = K(A - x)^4$ était la loi exacte du phénomène, les valeurs de $C = 3KA^3$ fournies par chaque expérience devraient osciller irrégulièrement autour d'une moyenne. Le Tableau suivant, relatif aux solutions normales, montre qu'il n'en est pas ainsi :

Temps	1	2	3	4	5	7	10	15	20	30	45	60
Valeurs de C	2,83	2,89	2,92	2,89	2,81	2,68	2,49	2,28	2,09	1,91	1,76	1,61

» C passe par un maximum lorsque la moitié environ de l'acide chromique est réduite et décroît ensuite régulièrement pour tomber à la fin des

expériences (au bout de soixante jours) à la valeur 1,61; aussi les valeurs de x, calculées en donnant à C la valeur 2,80 moyenne des dix premiers jours, diffèrent-elles, pour quarante-cinq et soixante jours, de près de 4 pour 100 des valeurs calculées.

» Les concentrations plus faibles présentent des résultats analogues, mais avec des écarts beaucoup moindres. Voici, par exemple, le Tableau des valeurs de C relatif à la concentration $\frac{5}{10}$:

Temps......	1	2	3	4	5	7	10	15	20	30
Valeurs de C.	1,11	1,15	1,18	1,17	1,17	1,15	1,15	1,08	1,06	0,98

» A mesure que la dilution augmente, les variations de C sont moins accusées et l'écart entre x observé et x calculé va en diminuant.

» On peut, en portant t en abscisse et C en ordonnée, tracer des courbes continues qui mettent bien en évidence les variations de C. Ces courbes peuvent servir pour étudier l'influence de la dilution sur la réaction; en les prolongeant en effet jusqu'à leur rencontre avec l'axe des C, on obtient graphiquement la valeur initiale de C, qui ne diffère de la vitesse initiale KA^4 que par une constante. On peut alors constater que la vitesse initiale varie à peu près proportionnellement à une puissance de la concentration, dont l'exposant 1,4 ne diffère pas beaucoup de $\frac{3}{2}$ (1). »

CHIMIE MINÉRALE. — *Action des hydrogènes sulfuré et sélénié sur le chlorure de phosphoryle.* Note de M. A. Besson, présentée par M. Troost.

« Quand on dissout de l'hydrogène sulfuré sec à froid (0°) dans le chlorure de phosphoryle $POCl^3$ et qu'on abandonne en vase clos, on constate invariablement qu'au bout de quelques heures le liquide est devenu laiteux et que, dans un délai de vingt-quatre heures environ, il s'est rassemblé à la partie inférieure du vase un précipité amorphe, volumineux, léger, tandis que le liquide surnageant est devenu limpide; dès lors, l'expérience semble terminée, bien qu'il subsiste un grand excès de H^2S en dissolution.

» Cependant, si l'on prolonge l'expérience, on constate la formation lente, sur les parois du vase, de petites aiguilles cristallines qui croissent très lentement, de telle sorte que 1^{kg} de $POCl^3$ a fourni, au bout de six mois environ, 1^{gr} du corps cristallisé. Au bout de ce temps, le liquide renfermait

(1) Travail fait au laboratoire de Chimie de l'École Normale supérieure.

encore une forte proportion de H^2S en dissolution; une partie de ce gaz avait été transformé en HCl.

» Le précipité amorphe d'abord formé et les aiguilles cristallines qui lui succèdent présentent la même composition $P^2O^2S^3$, comme le montrent les analyses suivantes :

	Corps amorphe.	Aiguilles cristallines.	Théorie pour $P^2O^2S^3$.
S pour 100	50,32	51,30	50,52
P »	33,37	32,72	32,63
O » (différence)	16,31	15,98	16,85

» L'oxysulfure $P^2O^2S^3$ se forme en vertu de l'équation

$$2POCl^3 + 3H^2S = 6HCl + P^2O^2S^3;$$

il peut être considéré comme dérivant de P^2O^5 par substitution de S^3 à O^3.

» L'oxysulfure amorphe, dont les conditions de formation paraissent quelque peu obscures (l'air semble y jouer un certain rôle) passe à l'état cristallisé, quand on en chauffe une petite quantité avec un grand excès de $POCl^3$, en vase clos vers 150°; le liquide, limpide à chaud, le laisse déposer cristallisé par refroidissement.

» L'oxysulfure amorphe est une poudre blanche légèrement jaunâtre; cristallisé, il constitue un feutrage de petites aiguilles cristallines. Chauffé rapidement, il fond vers 300° sans présenter de décomposition apparente; il se décompose cependant sous l'action de la chaleur, car, chauffé dans le vide, il donne déjà vers 150° un sublimé de P^2S^5; la décomposition ne devient totale qu'au bout de plusieurs heures à 200°, dans le vide, et se fait suivant l'équation $5P^2O^2S^3 = 3P^2S^5 + 2P^2O^5$. Lentement décomposable par l'eau, il répand à l'air l'odeur de H^2S. Il est combustible dans l'air et l'oxygène; l'acide azotique fumant, légèrement chauffé, l'attaque avec violence.

» L'oxysulfure $P^2O^2S^3$ n'est pas le seul produit de l'action de H^2S sur $POCl^3$; si l'on opère à 100° en vase clos sur une dissolution de H^2S dans $POCl^3$, ou mieux, en vue d'obtenir plus de produit, sur un matras en verre épais renfermant $POCl^3$ et un tube central rempli de « bisulfure d'hydrogène » qui, par sa décomposition à chaud fournira H^2S, on constate dans les premiers temps de chauffe la formation d'un corps solide blanchâtre qui disparaît ensuite, et au bout d'une huitaine de jours à 100°, le liquide est redevenu parfaitement limpide; à l'ouverture, on vérifie que tout H^2S a disparu et a été remplacé par HCl.

» On chasse $POCl^3$ en excès par la chaleur, puis, en distillant sous pression réduite, on recueille un liquide qui, purifié par une nouvelle distillation, constitue un oxychlorosulfure de phosphore $P^2O^2SCl^4$; il s'est formé en vertu de l'équation $2POCl^3 + H^2S = P^2O^2SCl^4 + 2HCl$.

	Cl pour 100.	S pour 100.	P pour 100.	O pour 100 (différence).
Analyse	52,06	11,13	23,29	13,52
Théorie pour $P^2O^2SCl^4$....	52,98	11,94	23,13	11,95

» L'oxysulfure $P^2O^2SCl^4$ est un liquide incolore qui distille à 104° sous pression de 1^{cm} de mercure, à 119° sous 3^{cm}; il ne se solidifie pas à — 30°. Doué d'une odeur particulière, il se décompose lentement au contact de l'eau.

» Après départ de l'oxychlorure $P^2O^2SCl^4$, il reste dans la cornue un produit vitrifié renfermant du chlore (13,33 pour 100), du soufre (6,68 pour 100), du phosphore (34,46 pour 100) et de l'oxygène, mais sa composition ne correspond pas à celle d'un produit défini; déliquescent à l'air, il produit, au contact de l'eau, le même bruit que l'anhydride phosphorique.

» Chauffé dans le vide vers 300°-350° il donne d'abord un sublimé jaune de P^2S^5 suivi de cristaux incolores, brillants, constitués par P^2O^5 (P pour 100, 43,54; pour P^2O^5, 43,66).

» Quand, enfin, toute sublimation à 350° dans le vide cesse, il reste une masse vitreuse renfermant encore du chlore, soufre, phosphore, et le verre est fortement corrodé.

» L'hydrogène sélénié sec, sans action sensible sur $POCl^3$ à froid, réagit lentement à 100°; mais, même après huit jours de chauffe, la réaction est seulement partielle. On constate la formation d'acide chlorhydrique, en même temps qu'un enduit noir brun recouvre les parois du tube; c'est du pentaséléniure de phosphore (P pour 100, 13,31; Se pour 100, 85,79; théorie pour P^2Se^5 pour 100, 13,49; Se pour 100, 86,50).

» Le liquide qui le baigne, formé de $POCl^3$ en excès, laisse comme résidu à 100°, dans le vide, un liquide oléagineux; c'est du chlorure de métaphosphoryle PO^2Cl qui se décompose au contact de l'eau en HCl et acide métaphosphorique. La réaction totale de H^2Se sur $POCl^3$ peut se formuler de la façon suivante :

$$4POCl^3 + 5H^2Se = 10HCl + P^2Se^5 + 2PO^2Cl$$ (1). »

(1) Laboratoire de Chimie de l'Université de Caen.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques sels et quelques dérivés de l'orthocrésol dinitré.* Note de M. P. Cazeneuve, présentée par M. Friedel.

« L'orthocrésol dinitré $C^6H^2\underset{(1)}{(CH^3)}\underset{(2)}{(OH)}\underset{(3.5)}{(AzO^2)^2}$, que nous avons obtenu aux dépens du camphre par transformations successives, et que divers chimistes ont préparé dans d'autres réactions (¹), donne des sels et des dérivés prévus par la théorie qui méritent d'être publiés.

» Nous avons préparé les sels de potassium, d'ammonium, de baryum et de calcium, puis l'orthocrésol amidonitré, l'orthocrésol diamidé, enfin l'éther acétique de l'orthocrésol dinitré.

» I. — *a. Orthocrésol dinitré potassique :* $C^7H^5(AzO^2)^2OK$. — Il s'obtient en saturant, par la potasse en léger excès, une solution aqueuse bouillante d'orthocrésol dinitré. Par refroidissement, on obtient des cristaux orangés sous forme de paillettes, correspondant à la formule $C^7H^5(AzO^2)^2OK$. Il est soluble dans l'eau et dans l'alcool. Ce sel ne renferme pas d'eau de cristallisation.

» L'analyse a donné :

	Trouvé.	Théorie.
K......................	15,96	16,52

» *b. Orthocrésol dinitré ammonique :* $C^7H^5(AzO^2)^2O(AzH^4), H^2O$. — Ce sel s'obtient en saturant l'orthocrésoldinitré par l'ammoniaque. Il est très soluble dans l'eau, moins soluble dans l'eau chargée d'ammoniaque, soluble dans l'alcool. Il cristallise en petites aiguilles jaune d'or. Il paraît renfermer 1 molécule d'eau de cristallisation. Il perd de l'ammoniaque dans le vide sur l'acide sulfurique.

» Le dosage de l'azote pour le sel desséché à l'air correspond à un sel monohydraté.

	Trouvé.	Théorie.
Az......................	11,85	12,01

» *c. Orthocrésol dinitré barytique :* $[C^7H^5(AzO^2)^2O]^2Ba, 2H^2O$. — Ce sel s'obtient en décomposant le carbonate de baryum par une solution bouillante de dinitrocrésol. Le liquide prend rapidement une teinte orangée. Filtré bouillant, il laisse déposer des cristaux en aiguilles d'un sel hydraté qui perd son eau dans le vide et à 100°. D'orangé qu'il était, le sel devient rouge vif rappelant, comme aspect, l'acide chromique.

» Les chiffres d'analyse concordent avec la présence de 2 molécules d'eau.

	Trouvé.	Théorie.
H^2O......................	6,65	6,32

(¹) H.-C. Neville et A. Winther, *D. Chem. G.*, t. XIII, p. 1946. Nœlting et Salis, *D. Chem. G.*, t. XIV, p. 987.

» Le dosage du baryum dans le sel anhydre a donné

	Trouvé.	Théorie.
Ba	25,52	25,75

» Il est soluble dans l'eau et dans l'alcool.

d. Orthocrésol dinitré calcique : $[C^7H^5(AzO^2)^2O]^2Ca, H^2O$. — On obtient ce sel de calcium en faisant bouillir au sein de l'eau l'orthocrésol dinitré avec du carbonate de chaux en excès. Après filtration, dès que le dégagement d'acide carbonique a cessé, on concentre au bain-marie. On obtient des cristaux en aiguilles très fines jaune d'or, solubles dans l'eau et dans l'alcool et renfermant une molécule d'eau de cristallisation. En perdant cette eau à 100°, le sel calcique devient d'un rouge d'acide chromique comme le sel barytique.

» Peu à peu, ces sels anhydres de baryum et de calcium reprennent de l'humidité avec leur teinte jaune d'or primitive.

» Le dosage de l'eau a donné, en centièmes :

	Trouvé.	Calculé.
H^2O	4,71	4,32

» Pour le calcium, nous avons obtenu, en centièmes :

	Trouvé.	Calculé.
Ca	4,51	4,80

» II. — Orthocrésol dinitré acétylé : $C^7H^5(AzO^2)^2(OC^2H^3O)$. — Une heure d'ébullition avec l'anhydride acétique transforme l'orthocrésol dinitré en dérivé acétylé. Il suffit de précipiter par l'eau et de faire cristalliser dans l'alcool. On obtient un corps sensiblement blanc, insoluble dans l'eau, soluble dans l'alcool surtout à chaud, soluble dans l'éther, très soluble dans la benzine. Cet éther est très facilement saponifiable par les alcalis. Il est fusible à 95°. L'analyse centésimale a donné :

	Trouvé.	Théorie.
Az	11,09	11,15

» III. — Orthocrésol amidonitré : $C^7H^5(AzO^2)(AzH^2)OH$. — En faisant bouillir l'orthocrésol dinitré ammoniacal en solution aqueuse avec un excès de sulfhydrate d'ammonium, on le transforme en orthocrésol amidonitré. On chasse par l'ébullition l'excès de sulfhydrate d'ammonium. Après refroidissement, on sature avec précaution par l'acide chlorhydrique. Il se précipite un corps verdâtre, qu'on lave et qu'on sèche rapidement dans le vide. On le fait cristalliser dans le benzène bouillant, qui abandonne, par refroidissement, des aiguilles brun rougeâtre fondant à 165° en émettant des vapeurs. L'analyse conduit à la formule $C^7H^5(AzO^2)(AzH^2)OH$.

» La solubilité de ce dérivé amidonitré, soit dans les alcalis, soit dans les acides, confirme sa nature. Il est insoluble dans l'eau, soluble dans l'alcool, l'éther, le benzène et ses homologues.

» Ce corps amidonitré paraît se former également par l'action du sulfure de sodium

et par celle de l'amalgame de sodium; mais l'opération est plus difficile à régler. Il se dégage de l'ammoniaque.

» IV. — ORTHOCRESOL DIAMIDÉ $C^7H^5(AzH^2)^2OH$. — Bouilli avec de l'étain et de l'acide chlorhydrique, en évitant un trop grand excès d'acide, l'orthocrésoldinitré se décolore en même temps qu'il se précipite de l'oxychlorure d'étain. Le liquide filtré se colore en rose à l'air. On précipite l'étain par un courant d'hydrogène sulfuré. On chasse l'hydrogène sulfuré par l'ébullition et l'on fait passer un courant d'acide sulfureux dans la solution jusqu'à complet refroidissement. On filtre et l'on évapore dans le vide sur l'acide sulfurique et la chaux sodée. On obtient ainsi un chlorhydrate cristallisé en aiguilles à peine colorées, solubles dans l'eau, dans l'alcool, insolubles dans l'éther et correspondant à la formule $C^7H^5(AzH^2)^2OH, 2HCl$.

» Nous n'avons pas isolé la base libre, très altérable. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action du chlorure d'éthyloxalyle sur le pseudocumène et le mésitylène*. Note de M. E. **Bouveault**, présentée par M. Friedel.

« Le pseudocumène réagit avec la plus grande facilité sur le chlorure d'éthyloxalyle en présence du chlorure d'aluminium (voir *Comptes rendus*, t. CXXII, p. 1062, 1207, 1491, 1543); on obtient avec un excellent rendement le pseudocumylglyoxylate d'éthyle, liquide d'un jaune clair et d'odeur désagréable, bouillant à 175°-176° sous une pression de 10mm.

» L'acide pseudocumylglyoxylique est, après dessiccation dans le vide à 100°, purifié par cristallisation dans le sulfure de carbone et forme de beaux cristaux incolores, fondant à 76°. Cet acide a déjà été obtenu par M. Claus dans l'oxydation permanganique de l'acétylpseudocumène. Sa constitution

```
          CH³
         /\
        |  |CH³
   CH³ |  |
         \/
          CO — CO²H
```

est établie par sa très aisée transformation en acide durylique.

» L'acide pseudocumylglyoxylique se dissout dans l'acide sulfurique concentré et froid en le colorant en jaune foncé; mais, si l'on chauffe à 100°, il se dégage des torrents d'oxyde de carbone et le liquide se décolore entièrement. La solution sulfurique versée dans l'eau abandonne de l'acide durylique tout à fait pur et avec un rendement intégral. J'ai vérifié que cette importante transformation était tout à fait générale.

» L'acide pseudocumylglyoxylique, chauffé avec l'aniline, perd de l'acide carbonique et fournit une *phénylimide* bouillant à 206° sous 10mm et cristallisant aussitôt. Elle est très soluble à chaud dans tous les

dissolvants neutres et s'y dépose par refroidissement sous forme de beaux cristaux d'un jaune clair fondant à 62°.

» Cette *phénylimide*, traitée par l'acide sulfurique étendu, donne naissance à l'aldéhyde correspondante $C^6H^2(CH^3)^3COH$ qui bout à 121° sous 10mm et abandonne par refroidissement de beaux cristaux incolores, très durs, fondant à 43°,5, très solubles dans tous les dissolvants organiques neutres.

» Elle se combine instantanément à l'hydrazine et fournit une *hydrazone*

$$[C^6H^2(CH^3)^3CH = Az]^2,$$

assez soluble dans la ligroïne bouillante, très soluble dans la benzine, et fondant à 181° (corr.).

» La réaction qui donne naissance à l'acide pseudocumylglyoxylique ne fournit pas traces d'isomères. J'ai transformé en aldéhyde les eaux mères de cet acide; cette aldéhyde a presque entièrement cristallisé. Les eaux mères seules ont été transformées en hydrazone. J'ai trouvé, à côté de beaucoup d'hydrazone fondant à 181°, une petite quantité d'une hydrazone fondant aux environs de 115° qui n'était pas isomère avec elle, mais bien avec son homologue supérieure. Elle provient d'une petite quantité d'un hydrocarbure $C^{10}H^{14}$ qui se trouvait dans le pseudocumène employé. Le pseudocumène pur ne donne naissance qu'à un seul acide pseudocumylglyoxylique.

» *Action sur le mésitylène.* — On obtient sans aucune difficulté le *mésitylglyoxylate* d'éthyle, huile d'un jaune clair, bouillant à 164°-165° sous 11mm.

» L'acide correspondant, cristallisé dans le benzène ou mieux le sulfure de carbone, fond à 117°-118° ; il est identique au produit obtenu par Claus dans l'oxydation de l'acétylmésitylène ; sa constitution ne peut faire aucun doute.

» Chauffé à 100°, avec une solution d'hydrate d'hydrazine, cet acide fournit l'acide hydrazone $C^6H^2(CH^3)^3 - \underset{CO^2H}{\underset{|}{C}} = Az - Az = \underset{CO^2H}{\underset{|}{C}} - C^6H^2(CH^3)^3 + H^2O$. Cet acide fond à 200°, perdant de l'acide carbonique et donnant l'hydrazone de l'aldéhyde correspondante.

» La *phénylimide* obtenue par l'action de l'aniline bout à 202° sous 10mm et se solidifie en cristaux d'un jaune clair fondant à 48°-49°.

» L'acide sulfurique étendu la transforme dans l'aldéhyde correspondante, qui bout à 117° sous 10mm et abandonne, par refroidissement, de magnifiques cristaux transparents fondant à 14°. Cette aldéhyde avait été décrite comme liquide (*D. Ch. G.*, t. XXIV, p. 3544).

» On a décrit l'oxime, la phénylhydrazone ; j'ai préparé une *hydrazone* dont la purification aisée et le point de fusion élevé font un moyen de ca-

ractérisation très commode. Cette hydrazone fournit des cristaux d'un beau jaune, fondant à 171° (corr.); elle est presque insoluble dans l'éther, assez soluble dans le benzène chaud, très peu soluble à froid.

» J'ai vérifié que l'acétylemésitylène qui, d'après M. Victor Meyer, ne se combine pas avec l'hydroxylamine, ni avec la phénylhydrazine, ne réagit pas non plus sur l'hydrate d'hydrazine.

» J'ai essayé, en forçant la quantité de chlorure d'éthyloxalyle et de chlorure d'aluminium, de préparer un éther diglyoxylique :

$$\begin{array}{ccccc} & & CH^3 & & \\ & & | & & \\ & & C & & \\ & CH \diagup & & \diagdown C - CO - CO^2C^2H^5 & \\ CH^3 - C & | & & | & C - CH^3 \\ & & C - CO - CO^2C^2H^5; & & \end{array}$$

mais je n'ai pas obtenu trace d'un semblable composé. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Sur la diminution de la matière azotée dans les blés du département du Nord.* Note de M. **Balland**.

« En parcourant un travail de Millon, présenté à l'Académie en 1854 (¹), mon attention s'est arrêtée sur les fortes proportions d'azote qu'il attribue aux blés du Nord. Dans huit échantillons de blés récoltés en 1848, dans l'arrondissement de Lille, Millon a trouvé que la matière azotée était ainsi répartie :

	A l'état normal pour 100.	A l'état sec pour 100.
1. Blé d'Espagne, cultivé depuis huit ans	12,06	14,53
2. Blé roux anglais, cultivé depuis trois ans	10,35	12,46
3. Autre blé roux anglais	12,05	14,52
4. Blé barbu	11,08	13,34
5. Blé blauzé	11,78	14,19
6. Autre blé blauzé, de même origine	10,80	13,01
7. Blé duvet, variété venant d'Angleterre	10,23	12,32
8. Blé de Miracle	13,02	15,44

(¹) Millon, *De la composition des blés* (*Comptes rendus*, t. XXXVIII, p. 85).

» Dans neuf blés récoltés en ces dernières années dans le même département, j'ai obtenu :

	A l'état normal pour 100.	A l'état sec pour 100.
1. Blé d'Armentières, récolté en 1890..........	10,62	12,51
2. Même blé, récolté en 1895	10,34	11,85
3. Blé de Bergues, 1887......................	9,34	11,03
4. Même blé, 1890..........................	9,98	11,80
5. Blé Dattel, récolté à Orchies en 1895........	9,09	10,53
6. Blé Goldentrop, récolté à Orchies en 1895 ...	9,76	11,16
7. Blé Nursery id. ...	8,96	10,36
8. Blé Roseau id. ...	10,51	12,16
9. Blé Stand'up id. ...	10,34	11,99

» La matière azotée qui, en 1848, était composée entre 10,23 pour 100 et 13,02 pour 100, n'est plus aujourd'hui que de 8,96 à 10,62 pour 100. La perte est donc très sensible. Il n'y a pas à mettre en doute les méthodes d'analyse employées, car les proportions d'azote trouvées par Millon, en 1852, dans les blés d'Algérie, sont restées en concordance avec les données actuelles. Mais il est à remarquer que, en Algérie, le rendement des blés à l'hectare, qui est de $7^{\text{hlit}},5$ et $8^{\text{hlit}},5$, n'a pas dû varier depuis 1852, alors que, en France, la moyenne générale, qui était de 14^{hlit} par hectare, s'est élevée à $17^{\text{hlit}},5$, et, en particulier, à 28^{hlit} dans le département du Nord.

» L'influence des engrais azotés sur la richesse des blés en azote, est connue. M. Schlœsing ([1]) citait, dernièrement encore, à la Société nationale d'Agriculture, des expériences de culture qui prouvent que la proportion des matières azotées dans les blés dépend essentiellement des ressources du sol en engrais propres à fournir de l'azote. Il est logique d'admettre que la matière azotée du blé doit aller en diminuant dans un sol qui s'appauvrirait en azote. Est-ce réellement à un appauvrissement du sol qu'il faut rattacher les écarts que je viens de signaler, et les fumures azotées seraient-elles insuffisantes dans les cultures à grand rendement, que l'on préconise aujourd'hui? C'est une question qu'il ne m'appartient pas de traiter, mais sur laquelle il importe d'attirer l'attention, car la diminution des matières azotées dans les blés atteint directement l'alimentation générale. »

([1]) *Bulletin des séances de la Société nationale d'Agriculture*, p. 58; janvier 1895.

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *De l'influence de la section de la moelle épinière, dans sa région cervicale, sur la réplétion du cœur paralysé par l'électrisation.* Note de MM. **J.-L. Prevost** et **C. Radzikowski**, présentée par M. Marey.

« Une des causes du passage du sang, du système veineux dans l'oreillette droite, sur laquelle on n'a généralement pas suffisamment insisté et qui nous paraît être la plus importante, est le tonus vasculaire et la contraction des petits vaisseaux. Les expériences que nous résumons dans cette Note sont de nature à démontrer l'importance de cette action vasculaire.

» Sur des chiens profondément anesthésiés par le chloral, ou par des inhalations d'éther ou d'un mélange d'éther, de chloroforme et d'alcool, nous avons ouvert le thorax en entretenant la respiration artificielle. Le cœur a été paralysé par l'application à sa surface d'un courant induit de forte intensité.

» Au bout de trois ou quatre minutes, lorsque les mouvements fibrillaires des muscles du cœur paralysé tendaient à s'atténuer et que l'animal était mort, nous avons enlevé le cœur après l'avoir lié en masse à sa base.

» Pour apprécier le rapport entre les muscles du cœur et la quantité de sang que contiennent ses cavités, nous avons opéré de deux façons :

» 1° *Par volume :* en immergeant l'organe dans l'eau, toujours jusqu'au même niveau, le vidant et comptant le volume du sang qu'il contenait.

» 2° *Par la pesée :* en pesant le cœnr, rempli et vide, ainsi que le sang que l'on en a extrait.

» Ces deux opérations nous ont permis de calculer le rapport qui existe entre les muscles du cœur et le sang contenu dans ses cavités, en le rapportant à 100 parties de muscles.

» Chez d'autres chiens nous avons fait la même opération, après avoir préalablement sectionné la moelle cervicale afin d'abolir le tonus vasculaire en paralysant les vaso-moteurs.

» Voici les chiffres que nous avons obtenus :

Première série : Chiens. — *Moelle intacte.*

	En poids.	En volume.
Exp. 1.....		100 muscles = 220 sang.
» 2.....		100 » = 133 »
» 3.....	100 muscles = 123 sang.	» » = 131 »
» 4.....	» » = 132 »	» » = 150 »

Deuxième série : Chiens. — *Moelle cervicale sectionnée.*

	En poids.	En volume.
Exp. 1.....	100 muscles = 70 sang.	100 muscles = 100 sang.
» 2.....	» » = 53 »	» » = 75 »
» 3.....	» » = 80 »	» » = 82 »
» 4.....	» » = 90 »	» » = 80 »
» 5.....	» » = 92 »	» » = 100 »

» En comparant les chiffres de la série I avec ceux de la série II, on peut voir que les rapports entre les muscles et le sang sont différents.

» Tandis que, chez les chiens (série I) dont la moelle est normale, on obtient :

Pour 100 parties de muscles.... 120 à 130 de sang en poids
et.... 130 à 220 » en volume.

chez les chiens (série II) dont la moelle a été sectionnée, on obtient :

Pour 100 parties de muscles.... 53 à 90 de sang en poids
et.... 75 à 100 » en volume.

» La contraction des petits vaisseaux paraît, en conséquence, être la raison de l'accumulation du sang veineux dans le cœur paralysé, tandis que, négligeant celle-ci, l'on insiste généralement sur des causes bien moins importantes, comme propres à favoriser la circulation veineuse, telles que l'aspiration thoracique, la diminution de pression intracardiaque, etc.

» En confirmation de cette manière de voir, nous avons fait sur deux chiens l'expérience suivante. La moelle épinière est sectionnée dans la région cervicale, le rachis est de plus ouvert au niveau de la région dorsolombaire. Le thorax ouvert, le cœur est arrêté par l'électrisation; il reste flasque et mou et paraît vide de sang. Un courant induit de moyenne intensité est appliqué directement sur la moelle, une des électrodes à la région cervicale, l'autre au niveau de la région lombaire, par l'ouverture pratiquée d'avance au rachis. Le cœur se dilate sous nos yeux et se remplit de sang; à la suite de l'électrisation de la moelle, qui rétablit le tonus vasculaire, le cœur, lié en masse, est traité comme les précédents et donne les chiffres suivants :

Troisième série : Chiens. — *Moelle sectionnée et électrisée.*

	En poids.	En volume.
Exp. 1.....	100 muscles = 140 sang.	100 muscles = 150 sang.
» 2.....	» = 111 »	» = 120 »

» On voit que, dans ces deux expériences, l'électrisation de la moelle a rétabli le tonus vasculaire et que l'on a obtenu :

Pour 100 muscles	....	de 111 à 140 sang en poids.
»	....	de 120 à 150 sang en volume.

chiffres analogues à ceux que l'on obtenait chez les chiens (série I) dont la moelle était laissée intacte. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Influence de la température et de l'aliment sur le quotient respiratoire des moisissures.* Note de M. C. **Gerber**, présentée par M. Chatin.

« A la suite de recherches sur la respiration des fruits, nous avons constaté que le quotient respiratoire des fruits non acides et de ceux qui ont perdu leur acidité avec les progrès de la maturation est inférieur à l'unité, quelle que soit la température à laquelle on les soumette.

» Il en est de même pour les fruits contenant des acides, tant que la température est inférieure à une certaine limite, variable avec l'acide, au-dessus de laquelle la quantité de gaz carbonique dégagé pendant leur respiration devient supérieure à la quantité d'oxygène absorbé.

» Comme les acides sont accompagnés, dans les fruits, d'un nombre considérable d'autres substances, il ne nous est pas permis d'affirmer que ces deux phénomènes simultanés (présence des acides et élévation du quotient respiratoire) soient corrélatifs et dépendent étroitement l'un de l'autre. Pour établir cette dépendance, nous avons essayé de séparer l'action de l'acide de celle des autres substances, dans le phénomène respiratoire. A cet effet, nous avons cherché à réduire au minimum la substance vivante, afin d'introduire le moins possible d'éléments étrangers et de nous placer presque dans les conditions d'une réaction chimique simple. Les spores des moisissures nous ont paru tout indiquées pour atteindre ce but.

» Des spores de *Sterigmatocystis nigra* ont été ensemencées sur 50^{cc} de liquide de Raulin, dans lequel la substance organique n'était constituée que par les acides citrique, malique, tartrique, ou par des mélanges de chacun de ces acides avec du saccharose dans les proportions où les acides et les sucres se rencontrent dans les fruits. La quantité totale de matière organique ajoutée était généralement 1^{gr}. Les cultures étaient faites dans de larges ballons, d'une capacité de 500^{cc}, en prenant toutes les précautions nécessaires pour avoir des cultures pures; l'analyse des gaz était faite avant que la quantité d'oxygène de l'atmosphère confinée eût été réduite de moitié.

» Par ce procédé, il nous était facile de connaître la composition de l'aliment que la moisissure avait à sa disposition au moment où l'on déterminait le quotient respiratoire.

» Dans le cas des acides seuls, nous avons obtenu à 33° les quotients $\frac{CO^2}{O} = 1,68$ pour l'acide citrique, 1,76 pour l'acide malique, 2,47 pour l'acide tartrique. Nous avons observé fréquemment les deux premiers quotients, à la même température, dans les oranges, les mandarines (qui contiennent de l'acide citrique) et dans les pommes (dont l'acide est l'acide malique); quant aux raisins, les chiffres obtenus n'ont jamais atteint celui de l'acide tartrique.

» Une fois ces quotients observés, si l'on porte la culture à une température inférieure (10° pour l'acide tartrique), on constate que la respiration devient beaucoup plus lente et que le quotient respiratoire est inférieur à l'unité; bientôt même, l'échange gazeux s'arrête et la respiration se manifeste de nouveau, avec le quotient caractéristique des acides, quand la culture est reportée à 33°. On peut ainsi, en mettant la culture plusieurs fois alternativement à 33° et à 10°, obtenir des quotients supérieurs et inférieurs à l'unité, tant qu'il existe encore des acides dans le milieu nutritif. Le gaz carbonique dégagé à 10° nous semble devoir être attribué à la combustion de réserves peut-être hydrocarbonées, réserves faibles, qui se reproduisent aux dépens des acides chaque fois que la température est suffisante.

» Dans le cas d'un mélange d'acide et de saccharose (1 d'acide pour 4 de sucre), à 33° et à 30°, le quotient respiratoire, supérieur à l'unité, est cependant plus faible qu'avec l'acide pur. Identique avec celui des fruits de même composition, il diminue peu à peu, comme dans ces fruits, pour devenir inférieur à l'unité; à ce moment, on constate que l'acide a presque complètement disparu dans la solution et qu'il ne reste guère que du sucre; à partir de cet instant, le quotient reste inférieur à l'unité, jusqu'à ce qu'il ne se produise plus aucun phénomène d'échange gazeux, par suite de la disparition complète de l'aliment et des réserves contenues dans le mycélium.

» Si l'on porte à 10° les cultures d'acides et de sucre, où l'on vient de constater à 30° un quotient supérieur à l'unité, la respiration continue, quoique affaiblie; mais le quotient restera supérieur à l'unité pour l'acide malique, tandis qu'il deviendra inférieur à l'unité pour les acides citrique et tartrique; et si l'on abandonne pendant un temps suffisant les cultures dans ces conditions de température, l'analyse du liquide indiquera une diminution de l'acide malique, une augmentation relative des acides citrique et tartrique par rapport au sucre. En portant de nouveau les trois cultures à 30°, on aura, dans le cas de l'acide malique, un quotient inférieur au premier quotient observé à la même température et, au contraire, un quotient supérieur, dans le cas des acides citrique et tartrique.

» Le parallélisme absolu ainsi établi entre la respiration de notre moisissure et celle des fruits, leurs variations identiques, avec la nature de l'aliment et la température, nous permettent de reporter, dans les fruits, les résultats chimiques observés pour les moisissures, et d'attribuer aux acides le quotient respiratoire spécial constaté dans les fruits acides.

» La propriété que l'acide malique seul possède, d'être en présence du sucre consommé à une basse température par les moisissures, nous explique la persistance du quotient respiratoire supérieur à l'unité observé dans certaines pommes à 18°; elle nous permet aussi de comprendre pourquoi les pommes mûrissent sous un climat plus froid que les oranges et les raisins, et pourquoi elles peuvent achever leur maturation dans un fruitier dont la température n'est jamais bien élevée, alors que les oranges et les raisins ne mûrissent que fort difficilement, dans les mêmes conditions [1]. »

M. **Mirinny** adresse une Note tendant à démontrer que les vibrations lumineuses sont longitudinales.

M. **J. Romanet** adresse, de Brooklyn, une Note relative à un projet d'utilisation des vagues comme force motrice.

A 4 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures et demie. M. B.

ERRATA.

(Tome CXXIII, Séance du 28 décembre 1896.)

Note de M. *J. Winter,* Du point de congélation du lait :

Page 1300, ligne 34, *au lieu de* $\frac{1}{200}$, *lisez* $\frac{2}{100}$.
Même page, ligne 35, *au lieu de* $\frac{2}{100}$, *lisez* $\frac{1}{100}$.

Note de M. *A. de Schulten*, Synthèse de la hauksite :

Pages 1325 à 1327, partout, *au lieu de* hauksite, *lisez* hanksite.
Page 1326, lignes 4, 5 et 6, *au lieu de* b', *lisez* b^1.
Page 1327, ligne 13, *au lieu de* à chaux, *lisez* à chaud.

(1) Travail fait à la Faculté des Sciences de Marseille.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 25 JANVIER 1897,

PRÉSIDENCE DE M. A. CHATIN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président**, en remettant à M. *Faye* la médaille qui vient d'être frappée à l'occasion du cinquantième anniversaire de sa nomination à l'Académie, s'exprime ainsi :

« Monsieur Faye,

» Ce m'est insigne honneur et grande joie d'être, comme Président, l'organe de l'Académie des Sciences glorifiant, en ce jour de fête, l'un de ses Membres les plus illustres.

» A la suite d'éclatantes victoires, les forteresses ouvrent d'elles-mêmes leurs portes au vainqueur. Ainsi fit notre Compagnie, qui n'est rien moins

qu'une place ouverte, quand vous vous présentâtes devant elle, fort de brillantes recherches :

» Sur les déclinaisons absolues des étoiles fondamentales;

» Sur la parallaxe d'une étoile anonyme de la Grande Ourse;

» Sur la lunette zénithale;

» Sur le collimateur zénithal, adopté depuis par l'Observatoire de Paris;

» Et porté sur deux belles comètes : celle de 1843 (comète Faye), celle de 1844, dite *comète de Vico,* du nom du savant qui la découvrit quelques jours avant vous, mais dont, le premier, vous déterminâtes la période d'après vos propres observations.

» Le 18 janvier 1847, vous étiez élu Membre de l'Académie à l'unanimité des suffrages (42 sur 44) et, le 25, vous y preniez siège, juste cinquante ans avant le présent jour et à l'heure même (3^h) que sonnent en ce moment les horloges de l'Institut.

» Monsieur Faye, cher et éminent Confrère, notre Compagnie, qui ne laisse pas s'attarder au dehors les hommes de votre mérite, vous appelait tout jeune à l'un de ses fauteuils. Elle est heureuse et fière de vous y voir depuis un demi-siècle dont vous avez marqué chaque jour par d'importants travaux, qui tiennent grande place dans chacun des cent derniers Volumes de ses *Annales*, travaux si nombreux que leur simple énumération m'est ici interdite.

» Cependant, je ne saurais passer tout à fait sous silence vos beaux Mémoires touchant :

» La première application de la Photographie et de l'Électricité à l'observation du Soleil, sans observateur;

» La constitution physique du Soleil et des comètes;

» L'accélération de la comète d'Encke;

» Les taches du Soleil; parallaxe de profondeur;

» L'étude des grands mouvements giratoires de l'atmosphère;

» Les théories relatives à la formation de l'écorce terrestre, à l'origine du monde, à la marche des cyclones et des tornados.

» Pourrais-je ne pas donner aussi une mention à vos savants Traités d'Astronomie et de Géodésie [1], sciences qui firent, durant plus de vingt ans, le sujet de votre si brillant enseignement à l'École Polytechnique.

» Mais je m'arrête.

---

[1] M. Faye est Président de l'Association géodésique internationale.

» Monsieur Hervé Faye, au nom de l'Académie des Sciences tout entière, dont vous êtes l'honneur, je remets en vos mains, près de votre cœur, cette belle médaille ([1]), témoignage durable de son admiration pour vos travaux ininterrompus, de sa profonde sympathie pour votre personne. »

M. **Faye** répond :

« Je remercie l'Académie d'avoir bien voulu honorer mon grand âge.

» Elle aurait pu, elle aurait eu le droit, depuis longtemps, eu égard à l'affaiblissement de mes forces, de m'admettre à la retraite et de me remplacer dans ses rangs; mais ce n'est pas dans ses traditions et c'est un bienfait dont je dois être profondément reconnaissant. C'est un bienfait dont vous jouirez tous à votre tour et qui augmentera pareillement votre attachement à cette illustre Compagnie dont la mort seule peut nous séparer. Vous dirai-je que j'ai besoin encore d'un peu de temps pour achever une tâche que j'ai entreprise il y a plus de vingt-cinq ans. Oui, j'y songe sérieusement et avec votre bon vouloir, dont je reçois en ce moment des marques si frappantes, j'espère en venir à bout. Ce qu'il y a de sûr, c'est que je serai soutenu par l'honneur de vous appartenir en dépit des années.

» Encore une fois, merci, mes chers Confrères, merci à notre excellent Président, merci à nos illustres Secrétaires perpétuels et à vous, Artiste plein de bonne grâce et de génie, qui avez bien voulu consacrer un temps précieux à conserver les traits du modeste Confrère qui vous portera dans son cœur jusqu'à son dernier jour. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la formation de listes de candidats, qui doivent être présentées à M. le Ministre de l'Instruction publique pour trois places d'Astronomes, actuellement vacantes à l'Observatoire de Paris.

Le dépouillement des scrutins successifs donne les résultats suivants :

Présentation pour la première place, en première ligne :

M. Paul Henry	obtient.	40 suffrages.
M. Callandreau	»	2 »

([1]) Œuvre de Chaplain.

Présentation pour cette même place, en seconde ligne :

M. Bossert obtient. . . . . 40 suffrages.
M. Bigourdan » . . . . 2 »

Présentation pour la deuxième place, en première ligne :

M. Bigourdan obtient. . . . . 41 suffrages.
M. Renan » . . . . 4 »
M. Callandreau » . . . . 1 »

Présentation pour cette même place, en seconde ligne :

M. Renan obtient. . . . . 43 suffrages.

Il y a deux bulletins blancs.

Présentation pour la troisième place, en première ligne :

M. Callandreau obtient. . . . . 45 suffrages.

Présentation pour cette même place, en seconde ligne :

M. P. Puiseux obtient. . . . . 46 suffrages.

En conséquence, les listes présentées par l'Académie à M. le Ministre de l'Instruction publique seront composées comme il suit :

Première place.	*En première ligne* . . .	M. **Paul Henry**.
	En seconde ligne. . . .	M. **Bossert**.
Deuxième place.	*En première ligne* . . .	M. **Bigourdan**.
	En seconde ligne. . . .	M. **Renan**.
Troisième place.	*En première ligne* . . .	M. **Callandreau**.
	En seconde ligne. . . .	M. **P. Puiseux**.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant pour la Section de Minéralogie, en remplacement de M. *Prestwich*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 38,

M. Tschermak obtient. . . . . 37 suffrages.

Il y a un bulletin blanc.

M. **Tschermak**, ayant obtenu la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

RAPPORTS.

CHIRURGIE. — *Rapport verbal sur le contenu d'un pli cacheté, ouvert sur la demande des héritiers de M.* B. Heine, *et relatif à diverses questions de Chirurgie;* par M. le Dr **Guyon**.

« M. le Dr Bernard Heine, de Wurtzburg, a déposé le 24 juin 1844, sous pli cacheté, un manuscrit contenant : *L'exposé de plusieurs faits et idées nouvelles concernant la Chirurgie opératoire.*

» Bien que les longues années qui se sont écoulées depuis la rédaction de cette Note lui enlèvent une partie de son importance, il est intéressant d'indiquer les vues du savant chirurgien. Elles ont pour objectif l'enseignement et la pratique.

» Bernard Heine propose de produire artificiellement sur le cadavre les principales blessures que les chirurgiens sont appelés à étudier et à soigner; c'est une sorte de Pathologie expérimentale, dont il n'est pas besoin de faire remarquer l'utilité. Il en donne les moyens, en créant des instruments à l'aide desquels les lésions pourraient être produites dans des conditions déterminées. Il complète ce genre de démonstrations en conseillant de préparer des pièces anatomiques provenant d'animaux sur lesquels on produit, de leur vivant, les lésions dont on veut faire l'étude.

» Il s'engage plus directement encore dans la voie des progrès modernes, avec les considérations sur l'opération du trépan. Convaincu de son utilité et de son importance, à une époque où l'on ne pouvait guère constater que son extrême gravité, il propose de l'envisager tout autrement qu'on ne le faisait alors. Pour bien marquer sa manière de voir, il propose de substituer le nom de *Craniotomie* à celui de *Trépanation*. Il est en effet d'avis que le chirurgien doit, suivant les indications, restreindre ou augmenter le degré des pertes de substances osseuses qu'il juge nécessaires pour la bonne direction et les heureux effets du traitement. Il invente, en conséquence, des instruments appropriés à la pratique qu'il préconise et qui permettent de faire, de façon à la fois régulière et mesurée, la section des os du crâne. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. G. Camps adresse une Note relative à un « frein à vis, à action verticale sur rail. »

(Renvoi à la Section de Mécanique.)

CORRESPONDANCE.

M. le Ministre de l'Instruction publique invite l'Académie à lui présenter une liste de deux candidats pour une place de Membre titulaire du Bureau des Longitudes, laissée vacante par le décès de M. *Fizeau.*

(Renvoi aux Sections des Sciences mathématiques.)

M. le Ministre de la Guerre invite l'Académie à lui faire connaître son opinion sur les modifications qu'il y aurait lieu d'apporter aux prescriptions actuellement en vigueur, pour les précautions à prendre dans l'établissement des lignes télégraphiques ou autres conducteurs d'énergie électrique, dans le voisinage des magasins à poudre et des magasins d'explosifs.

(Renvoi à la Section de Physique, à laquelle MM. Berthelot, Marcel Deprez et d'Arsonval sont priés de s'adjoindre.)

M. le Secrétaire perpétuel communique à l'Académie la lettre suivante qu'il a reçue du savant éditeur des « Œuvres de Gauss », M. *Schering :*

« Göttingen, le 16 janvier 1897.

» Permettez-moi, de vous communiquer deux errata, que votre célèbre Membre de l'Académie des Sciences, M. l'Amiral de Jonquières, a trouvés dans le second Tome des « Œuvres de Gauss » et qu'il a bien voulu faire connaître à la Société des Sciences de Göttingue.

Errata. — *Tome II des « Œuvres de Gauss ».*

» Page 210, ligne 17, *au lieu de*

$$5(5\star 3) \equiv (5\star 0)^4 - 2(5\star 0)^3,$$

lisez

$$5(5\star 3) \equiv (5\star 0)^4 - 2(5\star 0)^3 - 6(5\star 0)^2 + 2(5\star 0) - 10;$$

et même page, ligne 18, *au lieu de*

$$5(5\star 4) \equiv -2(5\star 0)^4 + 4(5\star 0)^3,$$

lisez

$$5(5\star 4) \equiv -2(5\star 0)^4 + 4(5\star 0)^3 + 17(5\star 0)^2 - 14(5\star 0) - 10.$$

» Notre Société s'empresse de faire part au monde savant de cette correction, en l'imprimant dans le prochain numéro des *Göttinger Nachrichten*, et je m'en remets à vous pour vouloir bien en faire mention aussi dans vos célèbres *Comptes rendus*.

» Agréez, etc. » Ernst Schering. »

M. C. Flagey, M. H. Parenty, M. Raoul Varet adressent des remercîments à l'Académie, pour les distinctions accordées à leurs travaux.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Photographie d'une protubérance extraordinaire.* Note de M. H. **Deslandres**, présentée par M. Lœwy.

« Au retour d'un long voyage en Extrême-Orient, entrepris pour l'observation d'une éclipse totale du Soleil, je trouve plusieurs Mémoires étrangers qui se rapportent à la photographie de belles protubérances. Je crois devoir présenter les résultats, relativement anciens, obtenus sur le même sujet à l'Observatoire de Paris, dans le Service de Spectroscopie.

» Le 31 mai 1894, j'ai photographié, dans quatre phases successives de son développement, une protubérance vraiment extraordinaire. Dans la quatrième phase, en effet, elle a atteint la hauteur énorme de 10′25″ d'arc, soit le tiers du diamètre solaire (égal à 31′36″ d'arc); de plus elle était très voisine du pôle Sud, la latitude héliographique étant comprise entre $-70°$ et $-81°$. Or, à une latitude aussi élevée, les hautes protubérances sont très rares. J'ai dressé, en effet, le Tableau suivant, d'après les *Annales* des spectroscopistes italiens, qui donnent le relevé quotidien des protubérances depuis 1871, d'après les Mémoires similaires de MM. Young, Maunder et Fenyi.

Nombre des protubérances d'une hauteur supérieure à 2′ d'arc, observées de 1871 à 1893 inclus.

Hauteur des protubérances en minutes d'arc.	Latitude héliographique de 0° à ±40°.	Latitude héliographique de ±40° à ±65°.	Latitude héliographique de ±65° à ±90°.
De 2′ à 5′	112	31	4
Supérieures à 5′	9	2	0

» Ce Tableau résume les observations de vingt-deux années. On voit que les hautes protubérances sont les plus nombreuses dans la région des taches de 0° à ±40°; mais, dans la troisième région, la plus voisine du pôle, entre les latitudes 65° et 90°, on n'a pas encore observé de protubérance supérieure à 5′ d'arc. La protubérance examinée ici a donc un intérêt tout spécial; de plus elle se distingue des précédentes par ce fait qu'elle est photographiée, représentée exactement, et qu'elle peut ensuite être étudiée à loisir. La photographie des protubérances date en effet de l'année 1892 au plus, et a été réalisée seulement à Chicago et à Paris.

» Elle a été photographiée d'abord à $2^h 04^m$, temps moyen de Paris; sa hauteur est de 2′20″; elle montre nettement la structure filamenteuse.

» A $4^h 27^m$, nouvelle épreuve, la protubérance s'est élargie surtout du côté du pôle sud et atteint la hauteur de 5′.

» A 5^h, la hauteur est de 7′20″.

» Enfin, à $5^h 40^m$, la hauteur totale atteint 10′25″, la protubérance s'étant en quelque sorte étirée dans le sens normal au Soleil. Les filaments qui la composent sont faciles à suivre sur l'épreuve.

» Cette protubérance émerge au bord solaire, près du pôle sud; mais, en réalité, elle peut provenir de parties du Soleil plus rapprochées de l'équateur, et situées non plus au bord, mais sur le disque même dans la moitié tournée vers nous ou plutôt même dans la partie qui nous est cachée; car la photographie de la chromosphère projetée sur le disque, prise le même jour, n'a montré rien d'anormal.

» Cependant, les quatre épreuves de la chromosphère du bord, énumérées ci-dessus, montrent encore d'autres protubérances plus faibles, hautes de 1′ à 2′, et variables aussi de formes avec le temps, dans la partie du bord diamétralement opposée à la grande protubérance. L'apparition simultanée de protubérances éruptives aux deux extrémités d'un même diamètre a déjà été signalée; elle fait songer à des influences analogues à celles qui produisent les marées. Mais, en réalité, la cause première de ces phénomènes extraordinaires, qui sont, comme je l'ai montré récemment, d'ordre électrique, n'est pas encore connue.

» D'autre part, ces photographies de protubérances ont été obtenues avec un spectrographe à mouvements automatiques, muni, à l'extrémité de la lunette, d'une deuxième fente, qui isole la raie intéressante, et dont le principe a été indiqué, en 1870, par M. Janssen.

» Ce spectrographe est à faible dispersion (un seul prisme), condition que j'ai déjà posée comme très avantageuse pour obtenir la netteté maxima

et l'intensité réelle des vapeurs chromosphériques; mais, avec ces protubérances éruptives, qui ont des mouvements très rapides et dont les raies, fortement déplacées, tendent à sortir de la deuxième fente, cette faible dispersion est nécessaire (¹). »

MÉCANIQUE ANALYTIQUE. — *Sur les intégrales premières de la Dynamique et sur le problème des n corps.* Note de M. **P. Painlevé**, présentée par M. Poincaré.

« Considérons un système d'équations de la Dynamique

$$(1)\quad \begin{cases} \dfrac{dx_i}{dt} = x'_i, \qquad \dfrac{dx'_i}{dt} = \Pi_i(x'_1, \ldots, x'_n, x_1, \ldots, x_n) + X_i(x_1, \ldots, x_n) \\ \qquad\qquad (i = 1, 2, \ldots, n), \end{cases}$$

où les Π_i sont des formes quadratiques en $x'_1, \ldots, x'_n$, dont les coefficients, ainsi que les X_i, dépendent analytiquement de $x_1, \ldots, x_n$. Si le système (1) admet des intégrales premières algébriques par rapport aux vitesses et indépendantes de t, on peut toujours mettre ces intégrales sous la forme

$$(2)\qquad \text{const.} = \frac{P(x'_1, \ldots, x'_n, x_1, \ldots, x_n)}{Q(x'_1, \ldots, x'_n, x_1, \ldots, x_n)} = \frac{P_p + P_{p-2} + \ldots}{Q_q + Q_{q-2} + \ldots},$$

où les P_j, Q_j sont des polynomes homogènes, de degré j, en $x'_1, \ldots, x'_n$. Si P et Q [multipliés par une fonction convenable $\lambda(x_1, \ldots, x_n)$] sont respectivement deux intégrales premières de (1), nous dirons que l'intégrale (2) est *réductible aux intégrales entières;* sinon, l'intégrale (2) sera dite *intrinsèquement fractionnaire*. Observons enfin que, dans une transformation quelconque effectuée sur $x_1, \ldots, x_n$, l'intégrale (2) reste rationnelle et de même degré ν en $x'_1, \ldots, x'_n$.

» Proposons-nous maintenant de *déterminer toutes les intégrales premières* (2) (*de degré* ν) *d'un système* (1) *donné*. Les résultats énoncés dans une Communication antérieure (*Comptes rendus*, 18 janvier 1897) conduisent à ces deux théorèmes :

» Théorème I. — *Les intégrales* (2) *de* (1) *ne dépendent que d'un nombre fini de paramètres arbitraires et leurs singularités* (*non polaires*) *coïncident avec les singularités des* Π_i, X_i.

» Théorème II. — *Une fois calculées les intégrales* (2) *du système* (1)

(¹) Ce travail a été fait avec le concours de mon assistant, M. Joseph Mittau.

sans forces, le calcul des intégrales (2), *pour des forces* X_i *quelconques, n'exige plus que des quadratures.*

» Je ne développerai, dans cette Note, que l'étude du cas où les Π_i sont rationnels en $x_1, \ldots, x_n$ (1) (et à coefficients réels) et où les géodésiques sont algébriques.

» *Systèmes* (1) *qui dérivent d'une force vive rationnelle en* $x_1, \ldots, x_n$ *et dont les géodésiques sont algébriques.* — Considérons d'abord le système (1)' obtenu en annulant les X_i. Je montre, en premier lieu, que *toutes les intégrales premières* (2) *de* (1)' *sont algébriques en* $x_1, \ldots, x_n$. Soit maintenant

$$(3) \qquad P(x'_1, \ldots, x'_n, x_1, \ldots, x_n) = 0$$

une intégrale première particularisée de (1)', où P est un polynome homogène de degré ν en $x'_1, \ldots, x'_n$, rationnel en $x_1, \ldots, x_n$; on a identiquement

$$\sum_{i=1}^{i=n}\left(\frac{\partial P}{\partial x_i}x'_i + \frac{\partial P}{\partial x'_i}\Pi_i\right) \equiv P \times \sum_{i=1}^{i=n} \omega_i(x_1, \ldots, x_n)x'_i \equiv P\Omega.$$

» Je montre ensuite qu'il existe *un nombre fini* de formes linéaires Ω, soit $\Omega_1, \Omega_2, \ldots, \Omega_l$, telles qu'on ait

$$\Omega = k_1\Omega_1 + \ldots + k_l\Omega_l + \frac{d}{dt}A(x_1, \ldots, x_n),$$

où $k_1, \ldots, k_l$ sont des *entiers* positifs ou négatifs (limités en valeur absolue quand on se donne ν).

» Si enfin P renferme $x_1, \ldots, x_n$ sous une forme analytique quelconque, soit $H(x_1, \ldots, x_n) = 0$ une relation analytique qui définit une singularité isolée (2) de P (singularité qui n'est pas une simple singularité polaire). Trois cas sont possibles (*Comptes rendus*, 18 janvier) :

» Premier cas. — $H = 0$ *est une singularité des* Π_i;

» Deuxième cas. — $H = 0$ *est une surface intégrale de* (1)'.

» J'entends par là que, dans l'espace $x_1, \ldots, x_n$, toute géodésique tangente à la surface $H = 0$ appartient tout entière à cette surface.

» Troisième cas. — *La relation* $S(x'_1, \ldots, x'_n, x_1, \ldots, x_n) = 0$, *qui définit les géodésiques tangentes à la surface* $H = 0$, *est une conséquence de* (3).

» Dans les deux premiers cas, la relation $H = 0$ est algébrique et la singularité $H = 0$ de P peut être *transcendante*, mais non point *essentielle*. Dans le troisième cas, $H = 0$ est une singularité *algébrique* de P.

---

(1) Tout ce qui suit s'étend immédiatement au cas où les Π_i sont algébriques en $x_1, \ldots, x_n$.

» Supposons maintenant *que les forces* $X_1, \ldots, X_n$ *ne soient pas nulles*, mais soient des fonctions analytiques de $x_1, \ldots, x_n$ réelles dans un certain domaine D de l'espace réel $(x_1, \ldots, x_n)$. Je montre que les intégrales (2) de (1), s'il en existe, se laissent toujours mettre sous une forme où P_p, Q_q sont *des fonctions rationnelles réelles* des x_i, des X_i et de leurs dérivées, qui définissent *deux intégrales premières particularisées de* (1)′, dont le rapport ne se réduit pas à une constante.

» Cas particulier. — Je ne développerai les conséquences de ces théorèmes que dans le cas particulier où les conditions suivantes sont remplies :

» 1° Les $(2n-1)$ intégrales algébriques du système (1)′ sont réductibles à la forme entière; 2° si $K(x_1, \ldots, x_n) = 0$ représente la surface sur laquelle les Π_i, X_i deviennent infinis, toute géodésique qui passe par un point M_0, pris *au hasard* sur $K = 0$, appartient tout entière à la surface $K = 0$ (exception étant faite pour certains points particuliers M_0).

» On peut alors établir ces deux théorèmes :

» Théorème III. — Si les forces X_i sont des fonctions rationnelles (ou uniformes) de $x_1, \ldots, x_n$, toute intégrale première (2) de (1) est réductible à la forme *entière*.

» Théorème IV. — Si les forces X_i sont des fonctions algébriques de $x_1, \ldots, x_n$, *le théorème III subsiste*, pourvu que chacune des relations irréductibles $H_j = 0$, qui définissent les singularités critiques des X_i, réponde aux deux conditions suivantes : 1° $H_j = 0$ n'est pas une surface intégrale de (1)′; 2° le premier membre de la relation $S = 0$, qui définit les géodésiques tangentes à la surface $H_j = 0$, n'est pas décomposable en plusieurs polynomes en $x'_1, \ldots, x'_n$, irrationnels par rapport à $x_1, \ldots, x_n$ et réels dans le domaine de réalité des X_i.

» Le même théorème s'étend au cas où les X_i sont des fonctions *transcendantes*.

» Le système

$$(4) \qquad \frac{dx_i}{dt} = x'_i, \qquad \frac{dx'_i}{dt} = X_i(x_1, \ldots, x_n)$$

rentre dans le cas particulier précédent. Les théorèmes III et IV s'appliquent donc au système (4). Le théorème IV peut même être élargi : il suffit ici, comme on le voit aisément, pour que le théorème IV soit vrai, que celles des relations $H_j = 0$ *qui ne sont pas linéaires par rapport à* $x_1, \ldots, x_n$ satisfassent à la condition 2° du théorème IV.

» Ainsi se trouvent établis, en supposant seulement les intégrales algébriques par rapport aux vitesses, les résultats de M. Bruns et de M. Poincaré sur les intégrales de (4) algébriques à la fois par rapport aux coordonnées et aux vitesses.

» Les méthodes employées s'étendent d'ailleurs à bien des problèmes où les géodésiques ne sont plus algébriques; appliquées au mouvement d'un *solide*, elles permettent de substituer aux propositions concernant les intégrales premières algébriques des propositions concernant les intégrales *algébriques seulement par rapport aux vitesses.* »

PHYSIQUE. — *Sur la dilatation des aciers au nickel.* Note de M. **Ch.-Ed. Guillaume**, présentée par M. A. Cornu.

« Au mois de mars 1895, M. J.-René Benoît, Directeur du Bureau international des Poids et Mesures, ayant entrepris de déterminer l'équation d'une règle à bouts en acier au nickel [1], appartenant au Service technique de l'Artillerie, reconnut, en comparant ses observations, des divergences difficiles à expliquer, et qui l'engagèrent à faire une mesure approximative de la dilatation de cette règle. Ces mesures, faites dans l'air, à des températures comprises entre 8° et 22°, conduisirent à un résultat inattendu : au lieu de suivre approximativement la loi des mélanges, la dilatation de cette règle était un peu supérieure à celle d'une barre de bronze employée comme terme de comparaison.

» M. Benoît me conseilla alors de répéter ses mesures à l'aide du comparateur à dilatation. Une autre règle, de même provenance que la première, fut comparée, dans l'eau, à un étalon de platine iridié, à des températures comprises entre 0°,4 et 37°,1. Le coefficient de dilatation de cette règle fut trouvé égal à $(18,180 + 0,00426\,T)\,10^{-6}$.

» Cette formule, comme toutes celles qui seront données dans la suite, exprime le coefficient de la dilatation moyenne entre 0° et T°, la température étant évaluée dans l'échelle du thermomètre à hydrogène.

» Cette singulière anomalie, ajoutée au fait que cet acier n'était pas magnétique, nous engagea à faire, M. Benoît et moi, quelques essais en vue de produire les transformations décrites par le Dr J. Hopkinson.

---

(1) La composition de l'alliage dont cette règle est formée n'est pas connue très exactement; d'après des renseignements qui nous ont été fournis ultérieurement, cet alliage contiendrait de 22 à 23 pour 100 de nickel et 1 à 2 pour 100 de chrome.

» La règle, plongée dans un bain d'alcool auquel on ajoutait peu à peu de la neige carbonique, se contracta régulièrement et n'éprouva pas, aux températures les plus basses, l'allongement irréversible observé par M. Hopkinson; au réchauffement, elle revint sensiblement à sa longueur initiale. D'autres échantillons, plus petits, du même métal, plongés entièrement dans la neige carbonique, sous une pression de quelques centimètres de mercure, ne passèrent pas davantage à l'état magnétique. La transformation irréversible a été cependant constatée plus tard sur d'autres alliages.

» Nous avions abandonné ces recherches, qui ne semblaient pas devoir conduire à un perfectionnement quelconque dans la construction des étalons, lorsque, au mois de mai 1896, j'eus l'occasion de déterminer la dilatation d'une règle d'acier-nickel non chromé, d'une teneur en nickel un peu supérieure à la première. Je trouvai que la dilatation de cette règle était d'un tiers environ plus faible que celle du platine.

» Cet alliage, comme celui des premières règles, avait été préparé dans les forges d'Imphy de la Société de Commentry-Fourchambault; encouragé par M. Benoît à poursuivre cette étude, je m'adressai à M. L. Dumas, secrétaire général de cette Société, qui voulut bien faire préparer, dans les forges d'Imphy, tous les alliages nécessaires à l'étude de cette anomalie. J'ai été ainsi conduit à étudier successivement dix-sept alliages dont la plupart étaient nouveaux ([1]). Les plus intéressants ont été analysés dans le laboratoire de l'usine de Fourchambault; les autres ne sont connus que par synthèse; mais, parmi ces derniers, quelques-uns ont été préparés avec un soin tout particulier en partant de matériaux identiques à ceux qui avaient servi aux alliages les plus voisins, de telle sorte que leur composition présumée doit être assez exactement connue. La continuité des propriétés trouvées est d'ailleurs une garantie de l'exactitude des dosages.

» Trois des alliages étudiés contiennent du chrome; ils contiennent tous de petites quantités de carbone, de silicium, de manganèse et de phosphore, en tout 1 pour 100 environ.

» Les alliages ont été livrés en barres forgées, de forme rectangulaire, de 22^{mm} ou 25^{mm} au côté; ces barres, ajustées à une longueur un peu supérieure à 1^{m}, ont été polies au voisinage des extrémités et tracées pour la mesure de la dilatation. Ce tra-

---

([1]) Tous ces alliages ont été gracieusement fournis au Bureau international par la Société Commentry-Fourchambault. Je dois des remercîments particuliers non seulement à M. L. Dumas, mais aussi à M. Fayol, directeur général, et à M. G. Delabroise, ingénieur de cette Société, pour leur aimable concours.

vail a été exécuté à l'atelier du Bureau international. La mesure de la dilatation a été faite à l'aide du comparateur, les règles étant immergées dans l'eau. Les barres d'acier-nickel ont été comparées à la règle n° 13 en platine iridié, étudiée autrefois avec beaucoup de soin par M. Benoît. Pour les premières barres livrées, on a fait des comparaisons à cinq groupes de températures, régulièrement espacés entre 0° et 38°. Plus tard, et notamment pour les alliages voisins du minimum, le nombre des groupes a été porté à six. L'alliage à 5 pour 100, qui présentait moins d'intérêt, a été étudié par un procédé plus rapide et moins précis qui sera décrit ultérieurement.

» Je donnerai maintenant les valeurs trouvées pour les coefficients de dilatation des alliages étudiés; pour faciliter la comparaison avec les résultats que l'on déduirait de la loi des mélanges, j'ajoute au Tableau les valeurs de la dilatation de l'acier, d'après une mesure de M. Benoît, et du nickel, d'après mes propres mesures. Tous ces alliages sont désignés par leur teneur en nickel ou en chrome. Les alliages connus seulement par synthèse sont marqués d'un astérisque.

Alliages.	Coefficients de la dilatation moyenne entre 0° et T°.		Alliages.	Coefficients de la dilatation moyenne entre 0° et T°.	
0 pour 100 Ni.	(10,354 + 0,00523 T)	10^{-6}	32 pour 100 Ni.	(3,395 + 0,00885 T)	10^{-6}
5*	(10,529 + 0,00580 T)	»	35,5	(1,373 + 0,00237 T)	»
12,2 + 1 Cr..	(11,714 + 0,00508 T)	»	36,1	(0,877 + 0,00127 T)	»
16,8 + 1 Cr..	(11,436 + 0,00170 T)	»	36,4*	(1,058 + 0,00320 T)	»
20*	(11,427 + 0,00362 T)	»	36,6*	(1,144 + 0,00171 T)	»
21,8 + 3 Cr..	(17,097 + 0,00974 T)	»	37,5*	(3,457 − 0,00647 T)	»
24*	(17,484 + 0,00711 T)	»	39,4	(5,357 − 0,00448 T)	»
26,2	(13,103 + 0,02123 T)	»	44,4	(8,508 − 0,00251 T)	»
28*	(11,288 + 0,02889 T)	»	100	(12,661 + 0,00550 T)	»
30,8	(4,570 + 0,01194 T)	»			

» On voit que les dilatations, normales jusqu'à une teneur voisine de 20 pour 100, croissent rapidement au delà, passent par un maximum et diminuent ensuite graduellement jusqu'à une teneur un peu supérieure à 36 pour 100; puis elles se relèvent lentement vers la valeur normale. Le coefficient minimum est égal au dixième environ de celui du platine.

» La forme de la courbe de dilatation présente aussi une particularité digne de remarque. Le coefficient du deuxième terme passe par un premier minimum peu accentué, augmente ensuite très fortement, puis diminue jusqu'à devenir négatif pour les teneurs supérieures à 37 pour 100; il passe par un deuxième minimum pour remonter ensuite [1].

---

[1] Les faibles irrégularités dans la marche de ce coefficient au voisinage des alliages les moins dilatables tiennent probablement à de petites erreurs d'observation. Il est beaucoup plus difficile, en effet, de déduire, d'un système d'observations, la part exacte qui revient aux deux termes du binôme de dilatation que de calculer les dilatations moyennes entre deux températures données.

» Indépendamment de l'inclinaison à l'origine, la forme de la courbe des dilatations varie donc sensiblement avec la teneur en nickel; sa courbure est très accentuée pour les teneurs comprises entre 26 et 30 pour 100, la convexité étant alors dirigée vers l'axe des abscisses. La courbure diminue ensuite, s'annule et change de sens pour revenir vers sa première direction.

» Cette forme de la courbe des dilatations présente une corrélation bien nette avec d'autres propriétés des aciers au nickel sur lesquelles j'espère avoir l'occasion de revenir. »

PHYSIQUE. — *Fluorescence des matières vitrifiées, sous l'action des rayons Röntgen.* Note de M. **Radiguet**, présentée par M. A. Cornu.

« J'ai l'honneur de porter à la connaissance de l'Académie les phénomènes suivants qui, je crois, n'ont pas encore été signalés.

» Les substances ci-dessous deviennent lumineuses sous l'influence des rayons X, dans l'ordre décroissant que voici : les émaux cuits; le crown; le flint-glass; le verre ordinaire et, plus particulièrement, celui dit *cristal;* la glace de la manufacture de Saint-Gobain; la porcelaine, la faïence émaillée, la poudre d'émail avant cuisson, et même le diamant taillé.

» On sait d'ailleurs que la plupart de ces substances sont plus ou moins fluorescentes dans les rayons violets et ultra-violets. Il est donc possible d'établir avec ces substances des écrans fluorescents permettant de répéter les expériences de radioscopie, avec cet avantage que les corps vitrifiés que nous venons de signaler peuvent être travaillés optiquement. Les images obtenues sont plus nettes, quoique moins brillantes qu'elles ne le sont avec les cristaux collés sur carton employés jusqu'à ce jour.

» Nous utilisons aussi avec succès ces corps pour réduire la pose dans les expériences de radiographie et n'avons pas à redouter les taches grenues données par les cristaux précités.

» Cette fluorescence du verre n'expliquerait-elle pas ce fait discuté, que les personnes atteintes de cataracte voient les rayons X? En effet, si l'on se place dans le champ d'émission d'un tube de Crookes, étant muni de lunettes à verres convexes assez épais, on éprouve la sensation d'une lueur semblable à des phosphènes. Cette sensation est le résultat de la fluorescence du verre, lequel forme devant les yeux un nuage lumineux facile à constater par les personnes environnant le patient.

» Outre les applications scientifiques, il est toute une série d'expériences fort belles que je suis en train de classer, que je publierai sous peu. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur un électromètre absolu destiné à la mesure des petites différences de potentiel.* Note de MM. **A. Pérot** et **Ch. Fabry**, présentée par M. A. Potier.

« Les électromètres absolus employés jusqu'ici ne se prêtent pas à la mesure des faibles différences de potentiel, à cause de la petitesse des forces mises en jeu. C'est ainsi qu'avec l'électromètre à anneau de garde, de Lord Kelvin, on est obligé d'opérer sur une centaine de volts au moins.

» On peut, de plusieurs manières, accroître dans un appareil de ce genre la force attractive des deux plateaux, soit en augmentant la surface des parties attirantes, soit en diminuant leur distance, soit en faisant intervenir un potentiel auxiliaire élevé (instrument hétérostatique).

» Si l'on cherche à augmenter les surfaces, on est arrêté par le poids trop grand de la partie mobile par rapport aux forces mises en jeu, l'attraction et le poids variant à peu près proportionnellement. Au contraire, rien, au point de vue mécanique, n'empêche, sous certaines conditions, de diminuer beaucoup la distance des deux plateaux. Il faut, pour cela, que leurs surfaces soient parfaitement planes et que l'on puisse facilement, et à chaque instant, contrôler leur parallélisme et mesurer leur distance.

» Cette double condition nous a amenés à constituer les plateaux par des disques de verre argentés; leur parallélisme et leur distance (de l'ordre du dixième de millimètre dans notre appareil) peuvent être alors l'un contrôlé, l'autre mesurée par une méthode interférentielle.

» La possibilité de faire la mesure rigoureuse de la distance permet de donner à l'expérience une grande simplicité, l'appareil étant réellement idiostatique et ne comportant qu'une mesure à une seule distance; de plus, grâce au faible écartement des deux plateaux, on peut, au lieu d'employer l'anneau de garde, produire l'attraction entre la base plane d'un cylindre circulaire et un plan quasi indéfini, ce qui simplifie la construction sans entraîner des corrections où le diélectrique verre interviendrait.

» La surface attirante inférieure fixe est, par suite, un cylindre circulaire en verre, dont la base supérieure est plane; ces deux surfaces, cylindre et plan, se coupent à arête vive. La hauteur de ce cylindre, 1^{cm}, est très grande relativement à la distance qui le sépare de l'autre plateau.

Son diamètre, mesuré par une méthode optique, a été trouvé égal à $5^{cm},9504$ à 22° [1]. Il est porté par un système convenable de vis calantes.

» Le plateau supérieur est une lame de verre circulaire ayant 2^{mm} d'épaisseur et 7^{cm} de diamètre; elle se comporte comme un plateau indéfini.

» Ces deux plateaux sont faiblement argentés; si on les fait traverser normalement par un faisceau de lumière monochromatique, on voit apparaître un système de franges dû à l'interférence des rayons qui ont directement traversé les deux lames, avec ceux qui se sont réfléchis un nombre pair de fois sur les lames argentées.

» L'observation de ces franges permet un réglage très précis du parallélisme des deux surfaces. Leur distance peut, à chaque instant, être déterminée par comparaison avec l'épaisseur en un point d'une lame mince prismatique d'air, suivant la méthode que nous avons antérieurement décrite.

» Le plateau supérieur est supporté par trois ressorts, en sorte que l'attraction des deux plateaux se traduit par une diminution de leur distance. Les mouvements sont apériodiques, et même très lents, à cause de la viscosité de la mince couche d'air qui sépare les deux plateaux. Afin de supprimer toute trépidation de l'appareil, nous l'avons placé dans une cage complètement close, suspendue au plafond d'une cave par des tubes de caoutchouc.

» Lorsque les deux plateaux sont à des potentiels différents, la densité électrique sur le plateau fixe est uniforme, excepté au voisinage de ses bords. L'attraction peut être calculée dans ce cas comme si la densité avait partout sa valeur normale, à la condition d'ajouter à la surface du disque la surface d'une bande dont la longueur est $\frac{2e}{\pi}$, e étant la distance des deux plateaux; on a négligé, dans le calcul de cette correction, l'influence de la courbure du cylindre, dont le rayon est environ trois cents fois la distance des deux plateaux.

» L'attraction électrique est mesurée, comme dans l'électromètre de Lord Kelvin, en substituant cette force au poids d'une masse connue. On établit par tâtonnements, entre les deux plateaux, une différence de poten-

---

(1) Cette pièce a été taillée avec une grande perfection par M. Jobin. Le plus grand écart trouvé entre deux diamètres ne dépasse pas $1^{\mu},5$.

tiel telle que la substitution de l'une des forces à l'autre ne produise aucune variation dans l'état de l'appareil. Cette différence de potentiel peut être alors calculée en valeur électrostatique absolue. On la compare aussitôt, par la méthode d'opposition, avec celle que l'on veut mesurer.

» La masse servant de surcharge ($0^{gr},05$ à $0^{gr},10$) peut être à volonté soulevée ou posée au centre du disque supérieur, sans donner aucune secousse à l'appareil, au moyen d'une communication pneumatique.

» Nous avons trouvé, pour la valeur électrostatique de la force électromotrice de l'élément Latimer Clark, à 0° les nombres suivants :

0,0048416	0,0048469.	0,0048529	0,0048397
0,0048493	0,0040506	0,0048387	0,0048476
0,0048458	0,0048541		

dont la moyenne est

$$0,0048467.$$

Si l'on admet, pour cette force électromotrice en unités électromagnétiques, le nombre donné par M. Limb (¹)

$$1,4535.10^8 \text{ unités électromagnétiques,}$$

il en résulte, pour le rapport des unités, le nombre

$$v = 2,9989.10^{10},$$

l'erreur relative moyenne étant de $\frac{1}{1000}$.

» Les nombres que nous venons de donner ne sont que provisoires, les poids qui nous ont servi devant être pesés au Bureau international des Poids et Mesures. »

OPTIQUE. — *Appareil d'optique au moyen duquel on voit en relief, et dans leur sens normal, les objets moulés ou gravés en creux.* Note de M. **Ernest Moussard**, présentée par M. Lippmann.

« Cet appareil a pour objet de montrer, redressée et en relief, l'empreinte en creux prise sur un objet quelconque.

» C'est une petite lunette astronomique coudée, c'est-à-dire coupée en

(¹) Limb, *Thèse de Doctorat*, 1895.

son milieu par un prisme à réflexion totale. Lorsque l'on regarde avec cet instrument une empreinte en creux, on constate que le relief est rétabli et que les caractères apparaissent redressés.

» Cet effet tient à une illusion d'optique. Toute lunette astronomique renverse les images à la fois de droite à gauche et de haut en bas. L'intercalation du miroir fait disparaître le dernier renversement et ne laisse subsister que le précédent. C'est ce renversement de gauche à droite qui produit l'illusion pseudoscopique. Les ombres, qui se trouvent en réalité du côté de la source lumineuse, sont vues de l'autre côté; les lumières de même sont transposées, d'où le changement apparent du creux en relief.

» Ce petit appareil, qu'on peut appeler *ectyposcope*, peut rendre des services, notamment aux archéologues qui ont rapporté de leurs excursions des estampages en creux, et les dispensera d'en faire des contre-moulages. »

PHYSIQUE. — *Sur la détermination du rapport des deux chaleurs spécifiques de l'acétylène.* Note de MM. **G. Maneuvrier** et **J. Fournier**, présentée par M. Lippmann [1].

« Dans le cours de nos recherches sur le rapport des deux chaleurs spécifiques des gaz, nous avons été amenés à étudier l'acétylène. En dehors de son actualité industrielle, ce gaz est très intéressant au point de vue théorique, parce qu'il est le type de la série de carbures d'hydrogène C^nH^{2n-2}, dite *serie acétylénique,* et que son rapport $\frac{C}{c}$ n'a jamais, à notre connaissance, été déterminé directement.

» Nous avons employé la méthode et l'appareil que l'un de nous a eu l'honneur de présenter à l'Académie antérieurement (séance du 24 juin 1895). Le principe de la méthode consiste à appliquer la formule

$$\frac{C}{c} = \frac{dp_q}{dp_t} = \lim\left(\frac{\Delta p_q}{\Delta p_t}\right),$$

déduite de l'équation générale de Reech, où dp_q représente la variation infinitésimale de pression adiabatique et dp_t la variation de pression iso-

---

(1) Travail fait au Laboratoire des Recherches (Physique) de la Sorbonne.

therme, qui correspondent à une même variation de volume infinitésimale dv. D'une part, on calcule rigoureusement la variation finie Δp_t, au moyen de la loi de Mariotte corrigée; et, d'autre part, l'appareil est construit de manière à fournir, aisément et exactement, la variation finie Δp_q; et l'on passe à la valeur limite $\frac{dp_q}{dp_t}$ en construisant la courbe des valeurs successives du rapport $\frac{\Delta p_q}{\Delta p_t}$.

» La compression adiabatique du gaz en expérience s'effectuant dans un ballon en verre d'une cinquantaine de litres, le remplissage a nécessité la dépense d'une grande quantité d'acétylène. Nous avons cherché à le puiser aux sources industrielles les plus recommandées. La préparation directe à l'aide du carbure de calcium, vendu pour pur, nous a donné un gaz qui contient 6 pour 100 d'impuretés, non absorbables au protochlorure de cuivre ammoniacal. La préparation indirecte à l'aide de l'acétylène liquéfié nous ayant laissé encore 5 pour 100 d'impuretés, nous sommes revenus au procédé direct, complété par un système rationnel de purification. Nous en avons tiré un gaz qui contient moins de $\frac{1}{200}$ d'impuretés. A cet état, l'acétylène a perdu l'odeur infecte, du genre alliacé, qui passe pour être l'un de ses caractères spécifiques, tout en conservant une odeur particulière, forte et pénétrante, qui suffirait amplement pour en déceler la présence en cas de fuite. C'est sur ce gaz ainsi purifié que nous avons exécuté nos mesures; c'est lui que nous liquéfierons directement pour des mesures ultérieures en cours d'exécution.

» Une série de quarante-trois déterminations, faites sur des variations de volume ΔV, allant du simple au delà du sextuple, nous a donné une valeur moyenne de $\frac{C}{c}$ égale à 1,26. Cette valeur, si différente de celle de l'air atmosphérique, se rapproche beaucoup de celle de l'acide carbonique 1,29, encore plus du protoxyde d'azote 1,27; elle est presque égale, en plus ou moins, à celles de l'acide sulfureux, de l'acide sulfhydrique, du gaz ammoniac et de l'éthylène. Si l'on construit la courbe des valeurs successives de $\frac{C}{c}$, obtenues en faisant tendre ΔV vers 0, en prenant pour abscisses les valeurs décroissantes de ΔV et pour ordonnées les valeurs correspondantes du rapport $\frac{\Delta p_q}{\Delta p_t}$, on trouve une droite, sensiblement parallèle à l'axe des ΔV, mais qui se relève un peu vers l'axe des Δp, de manière à couper cet axe en un point qui a pour ordonnée 1,273. Par con-

séquent, la valeur-limite de $\frac{C}{c}$, celle qui correspond au rapport à termes différentiels $\left(\frac{dp_q}{dp_t}\right)$ serait égale à 1,273; mais, pour les raisons expliquées dans notre Note précédente (¹), nous nous en tenons à la valeur moyenne, tout en donnant l'autre à titre de document. »

MÉDECINE. — *Courants à intermittences rapides. Générateur. Effets physiques; effets physiologiques; effets thérapeutiques.* Note de M. **Boisseau du Rocher**, présentée par M. d'Arsonval.

« M. le professeur d'Arsonval a fait connaître les courants à haute fréquence, qui sont des courants alternatifs. Le générateur qui fait l'objet de cette Note, donne des courants sans changement de pôles. Aussi, pour différencier ceux-ci des précédents, je les désignerai sous le nom de *courants à intermittences rapides.*

» Ces courants s'obtiennent en modifiant, comme je vais le dire, la machine statique dont on se sert en Électrothérapie. La première modification consiste à placer, en nombre pair, dans le champ électrique de la machine, des condensateurs spéciaux, à charge et à décharge lentes, et à les relier à la chaîne de terre. Ces condensateurs, que j'ai fait construire sur les données fournies par le théorème de Faraday, sont constitués par une sphère de cristal dans laquelle on a fait le vide de Crookes; une tige métallique intérieure centrale, qui sert de pôle, étant reliée à la chaîne de terre. Ils

I. II. III. IV.

Courants à intermittences rapides obtenus avec : I, la pointe; II, les points multiples; III, une pointe mousse; IV, une boule.

(¹) *Comptes rendus*, 27 juillet 1896.

n'ont donc qu'une seule armature métallique, l'air ambiant servant de seconde armature. Une première série de condensateurs de faible capacité, et tous de même capacité, permettent d'augmenter, autant qu'il est nécessaire, par conséquent de régler le potentiel. D'autres condensateurs, de grande capacité et de grandes surfaces, ont leur pôle intérieur constitué par une spirale en métal. Ces derniers, construits, du reste, sur le même principe que les précédents, permettent d'augmenter et de régler le débit. Ces deux types de condensateurs sont à charge et à décharge lentes; le vide de Crookes ayant été fait dans les sphères, ils ont, en effet, une très grande résistance intérieure. L'expérience m'a prouvé, en outre, qu'on augmentait encore la puissance de la machine en complétant l'installation au moyen d'une spirale métallique de grande capacité; il se produit, en effet, dans ces conditions, des phénomènes de self-induction, comme l'a établi M. d'Arsonval.

» *Interrupteur.* — L'interrupteur est formé d'un manche isolant, à l'extrémité duquel est montée une tige métallique sur laquelle se fixent les excitateurs, pointes, boules, etc. Sur cette tige métallique est fixée une sphère de métal, de capacité variable, suivant les cas, en général de $0^m,10$ à $0^m,15$ de diamètre. Enfin, sur la partie isolante du manche, glisse un curseur portant une boule de métal de petit diamètre. C'est entre ces deux boules que jaillissent les étincelles qui produisent les interruptions et règlent les intermittences, le curseur permettant de faire varier la distance entre les deux boules. Ce curseur est, en outre, muni d'une agrafe à laquelle s'accroche la chaîne de terre. Le nombre des intermittences est donc variable selon qu'on éloigne ou qu'on rapproche l'une de l'autre les deux boules de l'interrupteur. Pour des étincelles longues, les intermittences sont de 1200 par minute. A mesure que les étincelles diminuent de longueur, le nombre des intermittences augmente; il est alors de 7000.

» Les intermittences rapides se font sans *changement de pôle;* cette notion a un intérêt considérable au point de vue thérapeutique.

» *Effets physiques.* — Ces courants désorganisent les corps solides, volatilisent les liquides et décomposent les gaz. Ce sont ces actions que j'utilise pour la production de l'électrolyse médicamenteuse gazeuse (maladies de la peau). D'autres phénomènes ne peuvent pas se reproduire à volonté, étant donné qu'on ne connaît pas les conditions dans lesquelles ils se produisent; ils sont néanmoins intéressants : parfois, sur le conducteur qui relie le générateur au tabouret, on voit une boule de feu, ayant le volume apparent d'une lentille, descendre lentement le long du conducteur et se perdre sur le tabouret. C'est un phénomène qui paraît analogue à la foudre globulaire. Il se produit aussi parfois, entre les conducteurs et le plateau de la machine, une lueur vive qu'on ne peut mieux comparer qu'aux éclairs de chaleur.

» *Effets physiologiques.* — Ces courants pénètrent profondément l'organisme : 1° si l'on tire une décharge de l'un des côtés du crâne, les

membres du côté opposé se contractent; 2° appliqués sur la joue, ils produisent une salivation acide; 3° si l'on tient l'interrupteur à la distance voulue du patient, la totalité des muscles se contractent, aussi bien les viscères que les autres muscles; 4° quelques instants d'application suffisent pour déterminer la sudation; 5° enfin, si l'on applique l'interrupteur sur un point d'élection, le muscle entre en contracture tétanique.

» *Effets thérapeutiques*. — Les résultats thérapeutiques que j'ai pu observer sont les suivants : 1° Une augmentation considérable des urines. 2° Le relèvement rapide du taux de l'urée. 3° La disparition du sucre chez les glycosuriques. 4° Une sédation considérable du système nerveux. Employés contre les manifestations de l'hystérie, ces courants m'ont donné des résultats excellents qui m'ont paru durables. 5° A noter également le traitement de certaines paralysies. 6° Enfin, comme traitement des maladies de la peau et du cuir chevelu, l'alopécie précoce, ils m'ont donné des résultats remarquables. Contre ces affections, j'utilise, le plus souvent, leur action sur les liquides et sur les gaz, pour produire des médicaments à l'état gazeux. La nature des médicaments employés diffère d'ailleurs avec la nature de l'affection.

» Les hautes intermittences ont des aspects et des propriétés différents selon qu'on utilise les pointes, les boules, etc., et selon le nombre d'intermittences. Ils peuvent être reproduits toujours identiques à eux-mêmes, avec leurs caractères propres, et sont faciles à enregistrer sur des plaques photographiques. »

CHIMIE. — *Action de l'acide carbonique et de l'oxyde de carbone sur l'aluminium*. Note de MM. **Guntz** et **Masson**.

« Lorsqu'on prépare de l'iodure d'aluminium, en faisant réagir dans un courant d'acide carbonique l'iode sur l'aluminium en poudre, la réaction se produit souvent avec une forte incandescence, que Gustavson avait attribuée à la chaleur dégagée dans cette combinaison : mais, si l'on observe attentivement les conditions de la réaction, on peut remarquer qu'il se produit, en même temps que l'incandescence, une absorption d'acide carbonique, que l'on constate facilement si l'on a eu soin de faire plonger l'extrémité du tube à dégagement de CO^2 dans le mercure. On peut rendre l'expérience plus frappante, en augmentant la vitesse du courant d'acide carbonique que l'on dirige sur l'aluminium : on voit l'incandescence augmenter fortement.

» Si l'on recommence l'expérience dans les mêmes conditions en remplaçant CO^2 par H, on ne constate plus l'incandescence; par conséquent, celle qu'on observe dans le courant de CO^2 est bien due à la combustion de l'aluminium dans ce gaz.

» Dans l'oxyde de carbone, au contraire, la combustion est beaucoup plus vive que dans l'acide carbonique.

» On peut se demander ce qui se passe dans cette expérience.

» D'après M. Frank [1], lorsqu'on chauffe de l'aluminium en poudre fine, dans un courant de CO^2, au rouge vif, pendant longtemps, il y a combustion lente et formation d'alumine et de carbone en quantité théoriquement correspondante à la formule

$$Al^4 + 3CO^2 = 2Al^2O^3 + 3C,$$

comme il l'a constaté d'après l'augmentation de poids de l'aluminium. Il n'y a pas de formation de carbure d'aluminium, car le métal traité par l'acide chlorhydrique ne dégage que des traces d'acétylène.

» Nous avons répété les expériences de M. Frank sans arriver au même résultat. En chauffant au rouge de l'aluminium en poudre fine, dans un courant de CO^2, l'augmentation de poids a été très faible; lorsqu'on emploie l'aluminium porphyrisé du commerce, il y a souvent incandescence, mais le produit obtenu n'est pas un mélange de $Al^2O^3 + C$, car, bouilli avec l'eau, il dégage de grandes quantités de méthane pur. Plaçons au contraire, dans un tube en verre, deux nacelles contenant, la première de l'iodure d'aluminium, la deuxième de l'aluminium en poudre fine; si l'on commence par chauffer au rouge sombre la deuxième nacelle dans un courant de CO, puis qu'on chauffe légèrement AlI^3, on constate que, lorsque les vapeurs de AlI^3 arrivent au contact de l'aluminium, ce dernier devient immédiatement incandescent en brûlant dans CO.

» On peut répéter l'expérience en remplaçant AlI^3 par $AlCl^3$, le résultat est le même; l'iodure, comme le chlorure d'aluminium, détermine, au rouge sombre, la combustion de l'aluminium en poudre dans un courant de CO ou CO^2.

» Nous avons déterminé l'augmentation de poids de la nacelle remplie d'aluminium après la combustion de CO en présence de $AlCl^3$: nous avons trouvé, dans une expérience, qu'un poids de $1^{gr},5808$ augmentait de 22,9 pour 100.

---

(1) FRANCK, *Bulletin Soc. chimique*, t. II, p. 441.

» En examinant le produit contenu dans la nacelle, on trouve qu'il est blanc grisâtre à la surface, jaune sale dans les parties centrales, et qu'il est formé d'Al non brûlé dans les parties les plus éloignées de la surface. Le produit n'est donc pas homogène. En diminuant le poids d'aluminium, on constate que la portion jaune augmente; avec $0^{gr},3932$ de métal, nous avons obtenu une augmentation de 45,47 pour 100.

» Si l'on dissout le produit obtenu dans l'acide chlorhydrique et qu'on détermine la quantité de carbone contenue par perte de poids de l'alumine séchée, puis calcinée, on trouve que la quantité de carbone libre est très faible, $0^{gr},0049$ dans l'expérience précédente. Le reste du carbone s'est dégagé à l'état de carbure d'hydrogène.

» Le carbone, dans cette expérience, s'est donc combiné à l'aluminium pour donner du carbure d'aluminium. La composition de ce carbure peut s'établir en remarquant que, décomposé par l'eau chaude, il dégage du méthane pur.

» On a obtenu, en effet, dans diverses combustions eudiométriques, les rapports suivants entre le nombre des atomes de carbone et d'hydrogène, en tenant compte d'une petite quantité d'azote contenue dans le gaz :

Valeurs de $\frac{H}{C}$	4	3,94	4,05	3,84	3,95

» Le gaz obtenu a cependant toujours une odeur désagréable, semblable à celle des gaz dégagés dans l'action des acides sur la fonte.

» Le carbure obtenu dans ces conditions a pour formule C^3Al^4; c'est donc le carbure obtenu par M. Moissan au four électrique. La réaction de l'oxyde de carbone peut donc s'écrire

$$Al^6 + 3CO = Al^2O^3 + C^3Al^4,$$

ce qui correspond pour l'aluminium à une augmentation de poids de 51,8 pour 100. Expérimentalement, nous avons trouvé 45,47 pour 100. On peut en déduire que presque tout le carbone provenant de l'action de CO par Al s'est combiné au métal.

» L'acide carbonique, dans les mêmes conditions, donne un résultat semblable, car nous avons obtenu, pour le gaz dégagé par ébullition avec l'eau, un rapport $\frac{H}{C} = 4,03$.

» L'iodure et le chlorure d'aluminium facilitent donc la combustion de Al dans CO et CO^2, avec production de carbure d'aluminium C^3Al^4, et permettent d'obtenir aisément une certaine quantité de ce carbure, qu'on

ne peut obtenir qu'au four électrique par combinaison directe, comme l'a montré M. Moissan.

» Certaines expériences préliminaires nous semblent faire croire que le chlorure d'aluminium pourrait, en Chimie minérale, faciliter un grand nombre d'autres réactions, et notamment la production de divers carbures dont nous continuons l'étude. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les phosphures de chrome et de manganèse.* Note de M. A. **Granger**, présentée par M. Troost.

« Dans de précédentes Communications ([1]) j'ai montré que le phosphore, à une température peu élevée, réagissait sur les chlorures de certains métaux et donnait du trichlorure de phosphore et un phosphure métallique. Cherchant à préparer des phosphures de chrome et de manganèse, j'ai été naturellement amené à essayer cette réaction du phosphore sur les chlorures de ces deux métaux, mais mes tentatives sont restées infructueuses. Le chlorure chromique a été transformé facilement en chlorure chromeux qui est resté inaltéré; le chlorure manganeux a pu être volatilisé dans la vapeur de phosphore sans qu'aucune réaction se soit produite. Ces expériences étaient faites dans une atmosphère de gaz carbonique, corps ne pouvant agir chimiquement sur les corps mis en présence à la température à laquelle j'opérais. En tubes scellés, au rouge sombre, les mêmes faits se sont reproduits: dans ces conditions, la réduction du chlorure chromique en chlorure chromeux est extrêmement violente; il y a rupture violente du tube, même en ayant soin d'échauffer le système progressivement.

» J'ai songé alors, pour entraîner la vapeur de phosphore sur le chlorure, à remplacer le gaz carbonique par un gaz tel que l'hydrogène qui, pouvant se combiner aux éléments des corps réagissants, devait faciliter la réaction. L'expérience a pleinement justifié mes prévisions, j'ai pu transformer les chlorures chromeux et manganeux en phosphures de composition nettement définies CrP et Mn^3P^2 ([2]). Pour se rendre compte du

---

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXII, p. 936, 1896; t. CXXIII, p. 176, 1896.

([2]) L'analyse a donné :

	Trouvé.	Calculé.		Trouvé.	Calculé.
Chrome...	62,87	62,93	Manganèse...	72,70	72,65
Phosphore.	36,24	37,07	Phosphore...	26,46	27,35

mécanisme de cette réaction, il faut remarquer que l'hydrogène, à la température de l'expérience, peut donner de l'hydrogène phosphoré qui, comme l'a montré Rose, transforme les chlorures de chrome et de manganèse en phosphures. Rose, dans son travail sur l'hydrogène phosphoré, n'a pas insisté sur les conditions de préparation de ces corps par cette voie, il n'a publié que l'analyse du phosphure de chrome; la composition de ce dernier corps se rapproche de celle du composé que j'ai obtenu.

» Le dispositif expérimental employé est le même que celui que j'ai décrit pour la préparation des sesquiphosphures de fer, de nickel et de cobalt; il est bon, toutefois, d'opérer dans des tubes de verre dur de Bohême, car il est nécessaire d'élever la température jusqu'au ramollissement du verre. Les produits sont souillés de chlorure chromeux ou de chlorure manganeux non décomposés; il est facile de les purifier par des lavages prolongés et réitérés. Le phosphure de chrome est gris; vu au microscope, il a la structure graphitoïde et l'aspect du charbon des cornues; le phosphure de manganèse est cristallisé en petites aiguilles très fines, réfléchissant fortement la lumière; leur éclat et leur couleur rappellent l'acerdèse, mais ces cristaux sont dépourvus des cannelures longitudinales que l'on remarque sur ce dernier minéral. Les aiguilles sont trop aplaties pour pouvoir se prêter à une détermination cristallographique.

» Le phosphure de chrome est insoluble dans l'eau régale; le phosphure de manganèse est attaqué, au contraire, par ce réactif. L'acide azotique est sans action sur ces deux corps; le chlore les attaque facilement avec incandescence. Chauffés au contact de l'air, ces deux phosphures s'oxydent lentement.

» L'analyse de ces phosphures est délicate, par suite de la difficulté de séparation de l'acide phosphorique et des oxydes de chrome et de manganèse. Voici comment j'ai opéré :

» Les corps, réduits en poudre fine, sont traités par la potasse fondue; on élève progressivement la température jusqu'au rouge sombre et l'on maintient en fusion tranquille pendant une heure et demie. La masse, refroidie, est dissoute dans l'eau bouillante et acidifiée : par l'acide azotique dans le cas du chrome, et par l'acide chlorhydrique s'il s'agit du manganèse. La solution chromique est alors traitée par le molybdate d'ammonium, qui précipite l'acide phosphorique; dans le liquide séparé du phosphomolybdate on réduit le chromate à l'état de sel de chrome et l'on précipite le chrome à l'état de sesquioxyde, entraînant avec lui du molybdène. Le précipité, redissous et précipité à nouveau, donne de l'oxyde suffisamment débarrassé des sels qu'il avait entraînés. La solution manganique, évaporée à sec avec de l'acide chlorhydrique en excès, est neutralisée par l'ammoniaque et additionnée de sulfure d'ammonium. On évapore à sec et l'on ajoute une nouvelle quantité de ce dernier réactif; on reprend par l'eau et l'on filtre. Le précipité contient tout le manganèse; dans la liqueur, on dose l'acide phosphorique comme à l'ordinaire [1]. »

---

[1] Travail fait au laboratoire de Recherches de la Faculté des Sciences.

SPECTROSCOPIE. — *Spectres des métalloïdes dans les sels fondus : silicium.* Note de M. A. DE GRAMONT, présentée par M. Friedel.

« Le spectre du silicium a été étudié dans sa partie visible depuis les recherches de Salet (1873), et les observations ont porté surtout sur ses composés haloïdes réduits en vapeurs dans des tubes excitateurs. Conformément aux principes formulés antérieurement et en employant la méthode que j'ai déjà décrite dans de précédentes Communications ([1]), les silicates alcalins fondus sont dissociés par l'étincelle suffisamment condensée, en donnant un brillant spectre de lignes du silicium, dont les principales sont supérieures en éclat à celles du métal qui les accompagne. Le sel, fondu sur des spatules de platine (dispositif en V couché) au chalumeau d'une lampe d'émailleur ou à l'éolipyle à pétrole, était soumis à l'étincelle d'un condensateur de 25^{dmq} à 30^{dmq}. Les spectres, ainsi produits avec différents sels, ont été comparés à celui d'une étincelle de même intensité éclatant, dans l'hydrogène très pur, entre deux pôles de silicium cristallisé pur. Je donne ici les longueurs d'onde du spectre du silicium provenant des moyennes des mesures faites successivement avec le métalloïde libre et avec ses sels fondus. Elles ont été prises avec mon spectroscope à vision directe à deux prismes, mais après avoir refait entièrement les courbes de transformation des divisions micrométriques en longueurs d'onde, en rapportant celles-ci au spectre solaire de Rowland par comparaison avec les principales raies du spectre du fer de Kayser et Runge. Ces longueurs d'onde diffèrent donc de celles de mes travaux antérieurs d'environ une unité d'Angström (un dix-millionième de millimètre) à ajouter aux anciennes pour les rendre comparables à celles-ci.

α	696,97	forte.	δ	457,57	très faible.
	634,22	très forte.		456,89	assez bien visible.
β	597,89	assez forte.		455,37	bien visible.
	596,03	bien visible.	ε	413,13	assez fortes, très diffuses et presque confondues en une bande 413,0.
	[594,80]	douteuse, irrégulière.		412,92	
γ	506,00	très forte.			
	504,55	très forte.			

» Les lettres grecques sont celles des raies à peu près correspondantes de Salet.

([1]) *Comptes rendus,* 8 juillet 1895; 8, 15, 25 juin 1896.

» Les deux groupes les plus vifs et les plus caractéristiques sont α dans le rouge et γ dans le vert. En recherchant ce dernier, il y a lieu de se méfier de l'apparition possible de 506,04 du platine et de 504,57 de l'air. C'est pour l'élimination complète de cette dernière que j'ai étudié, dans l'hydrogène, l'étincelle du silicium.

» Les deux raies γ de ce corps sont d'ailleurs beaucoup plus intenses dans les sels fondus que leurs correspondantes de l'air et du platine avec le même dispositif; 594,80 du groupe β a été observée seulement dans l'arc par Rowland; elle m'a semblé apparaître fugitivement à plusieurs reprises dans des conditions que je n'ai pu préciser. Le même auteur signalait encore 577,23; 570,86; 564,58, qui sont absentes dans le spectre d'étincelle, tandis qu'il ne constatait la présence d'aucune des raies du Tableau ci-dessus; ce qui montre, une fois de plus, l'absolue différence entre les spectres d'arc et ceux d'étincelle de certains corps. Le groupe δ de trois raies bleues correspond à la raie vague Siδ (456,5) de Salet et a été vu avec une plus grande intensité, dans les composés haloïdes du silicium, par M. Lecoq de Boisbaudran [1].

» La double bande ε correspondant à Siε de Salet a été photographiée par M. Demarçay, dans le spectre d'une solution fluorhydrique de silicium, étincelle non condensée, où les deux lignes sont, au contraire, bien distinctes.

» Le *silicate de sodium* donne un bon spectre du silicium, mais le groupe Siβ est difficile à voir, à cause du voisinage éclatant des raies Naα.

» Le *silicate de potassium*, moins fusible et d'apparence moins conductrice que le sel précédent, donne aussi un moins bon spectre; cependant Siα et Siγ sont faciles à voir. Le meilleur moyen d'observer les autres raies est d'éloigner la flamme et de faire éclater l'étincelle fortement condensée sur le sel encore pâteux.

» Le *fluosilicate de potassium* et le *fluosilicate de sodium* fournissent de très beaux spectres du silicium. Le sel de sodium décrépite et se pulvérise facilement, mais ce qui reste sur les spatules suffit cependant pour donner un spectre persistant où le doublet bleu Siε est plus beau que dans le sel de potassium, à cause de l'absence de raies métalliques voisines.

» Le *fluosilicate de zinc* se prête mal à l'expérience; il décrépite ou se volatilise sans fondre, ce qui reste paraissant infusible. On obtient cependant des raies Siα et Siγ en saupoudrant avec ce sel une perle de carbonate de sodium fondue et soumise à l'étincelle.

» Je ferai remarquer que, pour certains sels fondus peu conducteurs de l'étincelle, il est avantageux d'éloigner rapidement la flamme de la matière en fusion et de faire

---

(1) Communication particulière.

passer aussitôt le courant. On a alors, tout au moins jusqu'au refroidissement de la matière, le spectre du métalloïde cherché. Si, au contraire, le sel est maintenu dans la flamme, une partie du courant passe par les gaz de celle-ci et il ne vient guère que les principales raies des métaux ou celles des métalloïdes les plus faciles à apparaître. Après refroidissement et solidification du sel, on obtient souvent encore les raies capitales Siα et Siγ avec celles du métal associé, et de l'air.

» Les *silicates naturels*, tels que les feldspaths, réduits en poudre fine et fondus avec du carbonate de sodium, ou bien une perle de ce sel saupoudrée du minéral, donnent au bout de quelques instants les raies Siα et Siγ sous l'action de l'étincelle. L'intensité de ces lignes augmente à mesure que se prolonge l'attaque du silicate par le carbonate alcalin.

» J'espère pouvoir donner prochainement les résultats de mes recherches sur les applications possibles de ce procédé à la Minéralogie. »

CHIMIE PHYSIQUE. — *Influence de la température sur le pouvoir rotatoire*. Note de M. **Ph.-A. Guye** et de Mlle **E. Aston**, présentée par M. Friedel.

« L'influence exercée par la température sur le pouvoir rotatoire des liquides est encore, à l'heure actuelle, fort obscure. Les observations anciennes, effectuées au moyen de dispositifs quelquefois assez primitifs, avaient fait admettre que la rotation spécifique d'un liquide est invariable avec la température, ainsi que le veut la formule de Biot. Mais, à mesure que les méthodes se sont perfectionnées, et notamment à la suite des expériences beaucoup plus précises de M. Gernez et de M. Landolt, on ne tarda pas à reconnaître que, dans le plus grand nombre des cas, le pouvoir rotatoire diminue avec une élévation de température, tandis que dans d'autres, plus rares il est vrai, il augmente en valeur absolue; ces variations ont été généralement attribuées à des modifications survenues dans la nature chimique du liquide, sous l'action de la chaleur, ou, du moins, à des changements dans les attractions intramoléculaires [1].

» Mais, tandis que la loi de Biot ($[\alpha] = \text{const.}$) était rejetée et condamnée par quelques savants, d'autres, au contraire, y voyaient néanmoins une relation fondamentale et s'efforçaient de démontrer que le pouvoir rotatoire spécifique est bien une véritable constante, indépendante des conditions de température, de dissolvant et de concentration, et que, s'il

---

[1] Voir, par exemple, Landolt, *Drehungsvermögen*, etc., p. 49; 1879.

n'en est pas toujours ainsi, les exceptions sont dues aux altérations chimiques survenues au sein des liquides actifs sous l'action de la chaleur ou des dissolvants. Il est incontestable que plusieurs travaux récents, en particulier ceux de M. Freundler et de M. Aignan, pour ne parler que des plus étendus, ont mis en évidence des phénomènes d'ordre chimique qui justifient pleinement certains écarts de la loi de Biot. Cependant, les variations du pouvoir rotatoire avec la température sont parfois plus difficiles à expliquer; M. Le Bel a même signalé deux corps actifs chez lesquels le pouvoir rotatoire, bien que décroissant avec la température, semble se rapprocher d'une limite.

» Dans ces conditions, il nous a semblé qu'il y aurait quelque intérêt à reprendre, d'une façon plus étendue, l'étude des variations de pouvoir rotatoire dues à des changements de température et que les observations que nous pourrions faire à ce sujet compléteraient utilement celles qui ont déjà été faites dans ce laboratoire (¹).

» Nous avons pensé qu'il y avait lieu d'opérer exclusivement sur des liquides actifs de constitution chimique aussi simple que possible, de façon à réduire au minimum les altérations chimiques attribuables à l'action de la chaleur; afin de mieux dégager les caractères physiques de ces phénomènes, nous avons cru également nécessaire d'étudier des corps appartenant autant que possible à des groupes très différents. MM. Le Bel, A. Werner et P. Walden, auxquels nous exprimons ici notre très sincère reconnaissance, ont bien voulu mettre à notre disposition un certain nombre de dérivés actifs répondant à cette condition; ceux-ci, joints à quelques échantillons provenant de la collection du laboratoire de Chimie physique de l'Université de Genève, nous ont permis d'effectuer un assez grand nombre d'observations dont nous consignons aujourd'hui la première partie dans cette Note; la provenance des corps actifs est indiquée par les abréviations suivantes : L. B. — A. W. — P. W. — G. Nous renvoyons à une publication détaillée la description des méthodes employées pour n'insister ici que sur les résultats.

(¹) Voir, en particulier, les travaux suivants : Mlle Welt, *Ann. Chim. Phys.*, 7e série, t. VII, p. 142; Guye et Chavanne, *Bull. Soc. Chim.*, 3e série, t. XV, p. 276; Guye et do Amaral, *Arch. Sc. Phys. nat.*, 3e série, t. XXXIII, p. 409 et 513, et *Comptes rendus*, t. CXX, p. 1345.

I. — *Acide valérique* (G.).

$[\alpha]_D = + 9,07$ à 16°
» $= + 7,54$ à 99

II. — *Alcool amylique secondaire* (L. B.).

$[\alpha]_D = - 2,07$ à 19
» $= - 1,83$ à 77

III. — *Benzoate d'amyle* (G.).

$[\alpha]_D = + 5,13$ à 17
» $= + 4,23$ à 99
» $= + 3,83$ à 131,4
» $= + 3,56$ à 180

IV. — *Chlorure d'amyle secondaire* (L. B.).

$[\alpha]_D = + 2,84$ à 19
» $= + 2,79$ à 77

V. — *Paratoluate d'amyle* (G.).

$[\alpha]_D = + 5,19$ à 17
» $= + 4,03$ à 99
» $= + 3,76$ à 131,4
» $= + 3,38$ à 181
» $= + 3,17$ à 214,4

VI. — *Chlorobromhydrine du propylglycol* (L. B.).

$[\alpha]_D = - 0,61$ à 20
» $= - 0,47$ à 99

VII. — *Chloracétine d'amyle secondaire* (L. B.).

$[\alpha]_D = - 0,34$ à 21
» $= - 0,24$ à 99

VIII. — *Chlorochloracétine du propylglycol* (L. B.).

$[\alpha]_D = + 0,57$ à 22
» $= + 0,45$ à 99
» $= + 0,395$ à 130,6

IX. — *Chlorobutyrine du propylglycol* (L. B.).

$[\alpha]_D = + 0,55$ à 16°
» $= + 0,50$ à 99
» $= + 0,43$ à 131,6

X. — *Alcool amylique primaire* (G.).

$[\alpha]_D = - 4,52$ à 16
» $= - 4,12$ à 71
» $= - 4,10$ à 99

XI. — *Chloracétine du propylglycol* (L. B.).

$[\alpha]_D = + 0,62$ à 18
» $= + 0,54$ à 98

XII. — β-*Méthyladipate de propyle* (A. W.).

$[\alpha]_D = + 2,35$ à 23
» $= + 2,22$ à 96,4

XIII. — β-*Méthyladipate d'éthyle.*

$[\alpha]_D = + 2,33$ à 23
» $= + 1,98$ à 96,4

XIV. — *Chloracétate d'amyle* (G.).

$[\alpha]_D = + 2,74$ à 20
» $= + 2,73$ à 99

XV. — *Chlorosuccinate de méthyle* (P. W.).

$[\alpha]_D = - 42,45$ à 28,8
» $= - 38,52$ à 76,8

XVI. — *Chloromalate d'éthyle* (P. W.).

$[\alpha]_D = - 10,44$ à 15
» $= - 7,17$ à 128

XVII. — *Phénylglycolate de méthyle* (P. W.)

$[\alpha]_D = - 145,36$ à 32
» $= - 132,11$ à 74,4

XVIII. — *Phénylchloracétate d'éthyle* (P. W.).

$[\alpha]_D = + 24,07$ à 29
» $= + 20,70$ à 75

» On voit donc que les dix-huit corps actifs, qui font l'objet de ces recherches, se comportent de la même façon; le pouvoir rotatoire diminue lorsque la température monte; le phénomène se produit dans tout l'intervalle des températures observées.

» Pour achever la liste des corps qui se comportent de la même façon, il faut ajouter :

» *a*. Trois essences, étudiées antérieurement par M. Gernez, ainsi que la nicotine (Landolt);

» *b*. Dix éthers dérivés de l'acide glycérique et l'acide tartrique, étudiés par M. Frankland et ses élèves (¹);

» *c*. Dix-huit corps actifs étudiés antérieurement dans ce laboratoire (voir les Mémoires cités plus haut).

» Au total, on connaît donc cinquante liquides actifs au moins, dont le pouvoir rotatoire diminue avec une élévation de température dans tout l'intervalle des expériences (²). »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur deux triéthylène-diphénylhydrazines isomériques* α *et* β. Note de M. H. Causse, présentée par M. Armand Gautier.

« Dans une Note antérieure (³), nous avons décrit une combinaison moléculaire préparée par l'action de l'aldéhyde éthylique sur le bitartrate de phénylhydrazine. Lorsqu'on fait varier les conditions, plusieurs isomères se forment. Dans ce qui suit, il ne sera fait mention que des deux isomères α et β.

» Triéthylène-diphénylhydrazine α, $C^{18}H^{22}Az^4$. — Elle prend surtout naissance en présence de certains sels tels que le borate ou l'hyposulfite de sodium. Le premier, ayant une réaction alcaline, donne des produits colorés, ce qui n'a pas lieu avec le second.

» On dissout 25gr d'hyposulfite dans 500cc d'eau distillée, on ajoute 20gr de phénylhydrazine, on passe au noir et l'on filtre. D'autre part, on prépare une solution d'aldéhyde au $\frac{1}{10}$ dans de l'acide phosphorique tenant 24gr,6 de PO^4H^3 au litre. On laisse couler la solution d'aldéhyde par portions de 5cc dans celle d'hydrazine, il arrive un moment où le précipité qui se forme refuse de disparaître; on arrête l'affusion d'aldéhyde : il se dépose après quelques heures de longues aiguilles incolores; on recom-

---

(¹) Frankland, *Journ. of chem. Soc.*, t. LXV, p. 760; t. LXIX, p. 105 et 1307.

(²) Travail fait au laboratoire de Chimie de l'Université de Genève.

(³) *Comptes rendus*, 1896.

mence alors les additions d'aldéhyde par fractions de 10^{cc}, s'arrêtant, laissant former les cristaux et recommençant. Lorsque l'aldéhyde ne donne plus de trouble, les cristaux sont séparés et purifiés comme il est dit ci-après.

» En introduisant une quantité d'aldéhyde sensiblement égale à celle qu'exige la théorie, on obtient une masse huileuse, de couleur blanc jaunâtre, contenant une forte proportion d'isomère β. On voit ensuite apparaître la cristallisation comme ci-dessus.

» Les cristaux, préalablement lavés à l'eau froide, puis chaude, sont desséchés, puis dissous dans l'alcool; la solution alcoolique est filtrée, pour séparer l'isomère β, et évaporée dans un courant d'air; l'amas cristallin qui reste est essoré à la trompe, lavé à l'éther et desséché dans le vide en présence de CO^2 ou SO^2.

» *Propriétés.* — L'isomère α ainsi obtenu est en aiguilles incolores, hygroscopiques. A l'air, il augmente de poids et se teinte légèrement en jaune; la dessiccation en présence de l'acide sulfureux lui rend partiellement son état primitif. Il est fusible à la température de 60° sans décomposition profonde. Séché, il donne à l'analyse :

	Trouvé.			Calculé pour $C^{16}H^{22}Az^4$.
C	73,4	73,3	»	73,2
Az	18,5	18,4	18,7	18,2

» Ce corps est peu soluble dans l'eau froide; il se dépose de l'eau chaude, par refroidissement, en feuillets incolores, fusibles à 60°. L'alcool et l'éther le dissolvent, la benzine et la ligroïne moins bien; un courant d'acide chlorhydrique sec dirigé dans une solution toluénique en sépare une résine rouge brun incristallisable. Les alcalis caustiques sont sans action apparente. Ce corps ne réduit la liqueur de Fehling ni à froid ni à chaud. Avec le bichlorure de mercure, il donne un précipité blanc grisâtre, mélange de mercure et d'une combinaison mercurielle; avec le nitrate d'argent, un précipité gris et un miroir du même métal. Dans les deux cas, la solution devient très acide, et c'est à cette circonstance qu'il faut attribuer la formation des dépôts.

» Les chlorures d'acides réagissent très mal et aboutissent au dédoublement de la molécule en aldéhyde et phénylhydrazine, laquelle donne des produits de substitution; encore cette réaction est-elle très limitée, ainsi que le montre l'action du chlorure de benzoyle : on dissout 4^{gr} de cristaux dans 40^{cc} d'éther, on ajoute peu à peu autant de chlorure de benzoyle; après quelques heures on obtient un léger dépôt formé de monobenzoylphénylhydrazine; l'éther évaporé laisse une masse poisseuse rouge incristallisable. Avec l'anhydride acétique, soit à froid, soit à chaud, après plusieurs semaines, on trouve dans les tubes des cristaux, probablement des produits de substitution de la phénylhydrazine.

» Vis-à-vis de ces réactifs, le dérivé α se conduit comme une molécule dans laquelle toute substitution paraît impraticable. Lorsqu'elle paraît se faire, elle est précédée de la scission de la molécule; c'est également ce qui a lieu avec l'aldéhyde benzoïque et le pyrogallol : dans 50^{cc} d'alcool on dissout 5^{gr} de triéthylidène-diphénylhydrazine α, on ajoute 3^{cc} d'essence d'amandes amères dissoute dans l'alcool à 60°. Après quelques jours, on a de longues aiguilles, qui fondent à 156° et ont pour formule

$$C^{26}H^{24}Az^4.\tfrac{1}{2}H^2O.$$

» Ce composé représente le semi-hydrate de dibenzylidène diphénylhydrazine.

» TRIÉTHYLIDÈNE-DIPHÉNYLHYDRAZINE β : $C^{18}H^{22}Az^4$. — Le triéthylidène β accompagne le plus souvent l'isomère α. En solution alcaline, α domine; en solution acide, α et β se forment en quantités à peu près équivalentes; en milieu neutre, le dérivé β prend principalement naissance. La nature de l'acide auquel la phénylhydrazine est combinée n'est pas indifférente; le sulfate, le chlorhydrate, l'acétate réussissent mal; le phosphate nous a donné les meilleurs résultats.

» L'action de l'aldéhyde sur ce sel étant suivie d'un dégagement notable de chaleur, qui est nuisible, il convient de le diminuer autant que possible. Dans ce but, nous avons ajouté de la glycérine au réactif qui se prépare comme il suit : *solution normale* de PO^4H^3, 825gr; *glycérine,* 150gr; *phénylhydrazine,* 20gr. On laisse quelque temps, passe au noir et filtre. Dans cette solution on verse de dix minutes en dix minutes, par portions de 10cc à 20cc, la solution suivante : *aldéhyde éthylique,* 25gr; *solution normale* de PO^4H^3, 50gr; *eau distillée,* 175gr. Il se forme un liquide blanc laiteux; après vingt-quatre heures de repos, on obtient un dépôt granuleux ambré, mélange de α et β, dans lequel ce dernier domine. Pour les séparer, on décante l'eau-mère et on lave avec l'eau, puis par l'alcool fort. A son contact, l'huile se change en une masse cristalline incolore, l'alcool dissout les produits colorés et l'isomère α. Quand la transformation est complète, on essore; il reste sur l'entonnoir une masse qui, reprise par l'alcool presque bouillant, abandonne à froid des cristaux d'un blanc éclatant, très stables.

» *Propriétés.* — Le triéthylidène-diphénylhydrazine β est en prismes incolores, inaltérables à l'air et à la lumière, insolubles dans l'eau froide, très peu dans l'eau chaude, à peine attaqués à chaud par les acides ou les alcalis, ne réduisant pas la liqueur de Fehling. L'alcool, l'éther, la benzine les dissolvent peu à la température ordinaire, mieux à l'ébullition. Les chlorures d'acides et l'anhydride acétique à 100°, en tubes scellés, sont sans action.

» Enfin l'aldéhyde benzylique et le pyrogallol, qui dédoublent si facilement l'isomère α, sont presque sans action sur β.

» Ce corps est fusible à 99°,5 et donne à l'analyse les mêmes nombres que α. Ses autres propriétés sont l'inverse de α.

» *Conclusions.* — En présence des hyposulfites, l'action de l'aldéhyde sur la phénylhydrazine donne l'isomère α à peu près pur. En solutions neutres, l'aldéhyde agissant sur le phosphate de phénylhydrazine produit surtout l'isomère β.

» La constitution des deux isomères se déduit de leurs propriétés vis-à-vis des réactifs; les chlorures d'acide, l'anhydride acétique et la liqueur de Fehling ont montré que dans leur molécule tous les atomes d'hydrogène étaient substitués. De ces données, jointes à celles de l'analyse, nous

déduirons pour α la formule de constitution

$$CH^3\cdot CH\begin{cases} Az - Az = CH - CH^3 \\ Az - Az = CH - CH^3 \end{cases}$$

(each of the two first Az carrying a C^6H^5 group: C^6H^5 above, C^6H^5. below)

» Quant à l'isomère β, sa grande stabilité, en présence des réactifs, le rapproche des substances à noyau fermé; nous lui donnerons la formule

$$CH^3 - CH\begin{matrix} Az(C^6H^5) - Az \\ CH^3 - CH \\ Az(C^6H^5) - Az \end{matrix}CH - CH^3.$$

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un homologue supérieur de l'urée.* Note de M. **Oechsner de Coninck**, présentée par M. H. Moissan.

« Au cours des recherches que je poursuis depuis plusieurs années, sur le pouvoir oxydant de l'organisme et sur les modifications de ce pouvoir amenées par des causes pathologiques, j'ai eu l'occasion d'isoler un homologue supérieur de l'urée, à 4 atomes de carbone.

» Je l'ai rencontré dans les urines d'un alcoolique; l'alcoolisme altère profondément les processus d'oxydation de l'organisme, suivant une série de métamorphoses que je me réserve de faire connaître plus tard.

» Voici le procédé qui m'a permis, après de très nombreux essais, d'isoler le nouveau dérivé :

» Les urines ont été évaporées à consistance sirupeuse, et la liqueur épaisse a été additionnée d'un grand excès d'alcool à 98°. Après filtration, l'alcool a été distillé; le résidu a été acidifié par HCl, puis épuisé au moyen de l'éther. La liqueur restante, neutralisée par l'ammoniaque, a été précipitée par le sous-acétate de plomb. Ensuite, j'ai filtré, traité par un courant d'hydrogène sulfuré, et filtré de nouveau. Le *filtratum* a été évaporé jusqu'à consistance de sirop; j'ai laissé reposer, enfin j'ai épuisé par l'alcool absolu.

» Le résidu final consistait en cristaux jaunâtres qu'il a fallu décolorer au noir animal. Les cristaux sont alors devenus parfaitement blancs; une fois desséchés dans le vide, ils fondent vers 270°, en subissant un commencement de décomposition, ce

que l'on reconnaît à l'odeur ammoniacale qui se dégage. Ils sont solubles dans l'eau chaude, insoluble ou à peu près dans l'eau froide, complètement insolubles dans l'alcool absolu, un peu solubles dans l'alcool étendu.

» Les dosages du carbone, de l'hydrogène et de l'azote, effectués par les procédés ordinaires, ont conduit à la formule $C^4H^{10}Az^2O$, qui fait bien du nouveau procédé un homologue supérieur de l'urée :

CH^4Az^2O	urée
$C^2H^6Az^2O$	2e terme
$C^3H^8Az^2O$	3e »
$C^4H^{10}Az^2O$	4e »

» Le terme que j'ai isolé est décomposé par des solutions concentrées et chaudes d'hypochlorites de potassium et de sodium alcalins, avec mise en liberté d'azote.

» Il se combine aux hydracides et aux oxydes métalliques, notamment à l'oxyde de mercure; je reviendrai sur ces combinaisons. En 1873, Baumstarck a retiré, des urines d'un ictérique, le troisième terme de la série homologue de l'urée; ce dérivé, auquel il assigne la formule

$$C^3H^8Az^2O,$$

présente, par l'ensemble de ses propriétés et de ses réactions, une remarquable analogie avec son homologue supérieur, que je fais connaître dans la présente Note.

» Il me paraît très admissible qu'au fur et à mesure que le pouvoir oxydant de l'organisme s'affaiblit, le nombre des atomes de carbone des composés quaternaires, éliminés par la voie rénale, va en augmentant [1]. »

ZOOLOGIE. — *Nouvelles recherches sur le système nerveux embryonnaire des Crustacés*. Note de M. **Nicolas de Zograf**, présentée par M. Edmond Perrier.

« Après l'apparition de mon travail sur le système nerveux embryonnaire des Nauplius, publié dans les *Comptes rendus* [2], M. le Dr R.-S. Bergh, de Copenhague [3], a émis l'opinion que les cellules, répondant à

---

(1) Ce travail a été fait à l'Institut de Chimie de l'Université de Montpellier, dans mon laboratoire particulier.

(2) *Comptes rendus*, t. CXXII, p. 248-250; 5 février 1896.

(3) *Zoologisches Centralblatt, III Jahrgang*, n° 12, p. 432-453; 15 juin 1896.

la réaction du bleu de méthylène, que j'ai décrites chez ces larves, ne présentent pas de caractère assez décisif pour être reconnues comme des cellules nerveuses. Le savant danois exprimait le désir que ces cellules fussent étudiées par d'autres méthodes, ce que j'ai dit moi-même dans une Note citée plus haut.

» Pendant l'été de l'année 1896, j'ai continué mes recherches en étudiant les Nauplius d'eau douce et en appliquant à leur étude, outre la méthode d'Ehrlich, les méthodes de MM. Golgi et Ramon y Cajal, ainsi que la méthode des coupes à l'aide du microtome.

» Ce sont les méthodes d'imprégnation double de M. Ramon y Cajal qui m'ont donné un succès réel et décisif; mais j'ai eu beaucoup d'obstacles à surmonter avant d'être en état d'appliquer cette méthode à l'étude des larves des Copépodes.

» On sait que, pendant cette réaction, le précipité d'argent chromique couvre la surface de l'objet immergé d'une couche opaque et épaisse ne permettant pas de les étudier à l'aide du microscope. Je n'ai pas pu éviter cet obstacle en couvrant les Nauplius d'une couche de gélatine glycérinée, comme on fait pour d'autres objets minuscules, parce que ce réactif déshydrate les larves et les ride tellement que leur structure devient tout à fait méconnaissable. C'est en enveloppant les Nauplius dans des morceaux de papier à cigarettes que j'ai pu éviter cet obstacle fâcheux. J'immergeais les Nauplius vivants dans le mélange chromo-osmique, et, après que les animaux morts étaient tombés dans le fond du vase, je les repêchais à l'aide d'une lancette et les plaçais sur un morceau de papier à cigarettes mouillé par une goutte d'eau. Après avoir enveloppé les Nauplius dans du papier, je pouvais les plonger dans différents réactifs avec leur enveloppe, sur la surface de laquelle se rassemblait le précipité : ce sont les Nauplius des *Diaptomus castor* et *Cyclops coronatus* qui m'ont surtout servi de matériaux d'étude, et ce sont les larves plus ou moins adultes qui m'ont donné les meilleurs résultats. La réaction de M. Ramon y Cajal, ainsi que celles de MM. Golgi et Ehrlich, avaient le plus de succès pendant le printemps et la première moitié de l'été, tandis qu'à la fin de juillet et du mois d'août les expériences n'avaient pas de succès, et un ami et disciple, M. W. Lepéchkine, trouve la même chose pour les Copépodes et Cladocères adultes.

» J'ai pu constater, à l'aide de la méthode de M. Ramon y Cajal, l'existence, sous la couche chitineuse couvrant l'animal, des cellules spéciales disposées de la même façon et aux mêmes endroits que celles que j'ai trouvées à l'aide du bleu de méthylène. Elles se prolongent sur leurs bouts proximaux en longs filaments nerveux qui se relient entre eux par des ramifications très épaisses et qui aboutissent dans le ganglion sous-œsophagien à des larves plus ou moins développées. Le précipité d'argent chromique, qui colore la masse nerveuse du ganglion en noir absolu, ne permet pas de

suivre le prolongement du nerf au dedans du ganglion; mais le mode d'entrée de ces filaments dans le ganglion est le même que celui des nerfs qui pourvoient les appendices et les organes de la larve.

» Presque toujours j'ai pu distinguer, sous la couche chitineuse, une ou deux cellules de ce type, mais quelquefois, quand la réaction était exceptionnellement réussie, j'étais en état de distinguer une quantité de ces cellules. Je possède une préparation où l'on peut voir, outre le parcours des nerfs dans les appendices et divers organes du corps, deux rangées des cellules sous-cuticulaires, liées entre elles par les ramifications de leurs filaments.

» Les cellules ont une forme piriforme et donnent naissance, à leurs bouts étroits, à un seul filament nerveux.

» J'ai pu trouver les mêmes cellules sur les coupes transversales et longitudinales des grands Nauplius marins, que je n'ai pas pu déterminer et que je considère comme des larves des Pontellines ou d'un genre voisin, qui ne sont pas rares dans les environs du laboratoire maritime de Tatihou, d'où proviennent les larves. C'est surtout dans la partie antérieure du corps, principalement dans la volumineuse lèvre supérieure des Nauplius, que j'ai pu constater la connexion des cellules avec le système nerveux définitif. Ces cellules diffèrent très distinctement des cellules hypodermiques et glanduleuses qui sont si nombreuses dans cette partie du corps.

» Après avoir constaté, par des méthodes différentes, la nature nerveuse de ces cellules, j'ai dirigé mon attention vers la recherche des ceintures aux cils vibratiles qui forment les appareils locomoteurs des Rotifères, considérés par beaucoup d'auteurs comme animaux parents de la Trochophore et des Proto-annelés. Les mêmes réactions m'ont montré que ces appareils locomoteurs peuvent être considérés comme des appareils homologues aux ceintures vibratiles des Trochophores des Vers annelés.

» Tous les Rotifères étudiés montrent que leurs appareils consistent en deux rangées de cils vibratiles, supportés par des cellules en connexion par des filaments nerveux avec le ganglion nerveux des animaux. Ce sont les *Polyarthra platyptera*, *Lacinularia socialis*, *Pedalion mirum* et *Notops brachionus*, qui ont donné les meilleurs résultats; mais ce sont les *Floscularia* et les *Stephanoceros* qui sont exceptionnellement intéressants, grâce à leurs cellules sous-vibratiles qui n'entrent pas dans les appendices du bout céphalique, mais restent dans les parois de l'entonnoir buccal en revêtant les caractères des cellules nerveuses bien prononcés. »

HISTOLOGIE. — *Sur l'histologie et l'anatomie microscopique de l'encéphale chez les Poissons.* Note de M. **Catois**, présentée par M. Edmond Perrier.

« Depuis longtemps déjà, en vue d'un travail ultérieur, nous étudions l'anatomie microscopique de l'encéphale chez les Poissons, appliquant à nos recherches les méthodes classiques (Weigert, Pal, Golgi, Cox, Cajal, etc.). Dans cette Note, nous nous proposons de résumer les résultats obtenus, au cours de nos recherches, par les méthodes de coloration au *bleu de méthylène*.

» On sait que le principe de ces colorations spéciales de tissu nerveux est dû à Ehrlich (¹); plus récemment, Bethe (²), S. Meyer (³), Dogiel (⁴) ont perfectionné la technique au point de vue de la fixation et de la conservation (coloration par injection et par immersion; coupes, etc.). Tout dernièrement, enfin, le professeur R. Cajal (⁵) vient de faire connaître un procédé nouveau, et les méthodes indiquées par ce savant (*coloracion por propagacion ó difusion;* emploi du *cloruro de platino*, etc., etc.) méritent de fixer l'attention des histologistes.

» Dès le début de nos recherches nous avons suivi la technique du professeur Dogiel; mais cette méthode nous ayant paru difficile à appliquer et inconstante dans ses résultats, nous donnons maintenant la préférence au procédé suivant :

» Chez l'animal vivant nous injectons 1^{cc} ou 2^{cc} de solution saline concentrée de bleu de méthylène (marque Ehrlich, chez Dr Grübler) dans les vaisseaux branchiaux (bord externe ou convexe des branchies) ou dans les masses musculaires dorso-latérales.

» L'intoxication se produit rapidement, quelques minutes après l'injection; à la première période, caractérisée par une assez grande agitation, succèdent des troubles

---

(¹) Ehrlich, *Ueber die Methylenblaureaction* (*Deutsche med. Woch;* 1886).

(²) Bethe, *Arch. f. Mik. Anat.*, t. XLIV; 1895.

(³) Semi-Meyer, *Die Subcutane Methylenblauinjection, ein Mittel zur Darstellung der Elemente des Centralnervensystems,* etc. (*Arch. f. Mikros. Anatom.*, Bd. 46 et 47; 1895-1896).

(⁴) A. S. Dogiel, *Die Nervelemente im Kleinhirne der Vögel und Saugethiere* (*Arch. f. Mikros.*, Bd. 47; 1896).

(⁵) S. R. Cajal, *Las espinas colaterales de las celulas del cerebro tenidas por el azul de metyleno* (*Revista trimestral Micrográfica*, vol. I, fasc. 2 y 3; Agosto 1896).

dans la natation (déplacement du corps du Poisson autour de son axe longitudinal, balancement ou roulis); puis l'animal décrit une rotation complète autour de cet axe, présentant sa face ventrale en dessus, et tombe finalement dans un état de stupeur.

» Une demi-heure environ après l'injection de la solution de bleu de méthylène les centres nerveux sont mis à nu avec précaution et apparaissent plus ou moins imprégnés et colorés en bleu verdâtre. On procède alors à l'extraction totale de l'encéphale et on le sectionne, suivant le plan sagittal ou frontal, en 4 ou 5 parties soigneusement repérées; ces pièces sont placées pendant une demi-heure environ dans une solution saturée de bleu de méthylène et traitées ensuite par les réactifs habituels (solution de Bethe au molybdate d'ammoniaque, liquide de Cajal au formol, chlorure de platine, etc.), incluses à la paraffine et débitées au moyen du microtome Rocking ou Minot; xylol, baume de Canada, etc.

» La technique que nous venons de décrire rapidement est donc, en somme, une combinaison des méthodes par injections (Ehrlich, S. Meyer) et des méthodes par immersion (Dogiel) et diffusion (Cajal). En effectuant de nombreuses préparations, nous avons pu mettre en évidence, par la coloration au bleu de méthylène :

» 1° Les prolongements protoplasmiques des cellules de Purkinje avec leurs saillies épineuses signalées par R. Cajal, confirmées par Van Gehuchten, Retzius et mentionnées chez les Poissons par A. Schaper (1) (au moyen de la méthode de Golgi);

» 2° Les cellules nerveuses étoilées de la couche moléculaire du cervelet ainsi qu'une partie de leur cylindre-axe à marche plus ou moins parallèle (R. Cajal) (2);

» 3° Les corbeilles formant autour du corps cellulaire des cellules de Purkinje un plexus assez irrégulier (*Cestas terminales, Endkœrben*), moins accusé que chez les Mammifères et les Oiseaux et paraissant constitué par des rameaux descendants et obliques provenant des cellules étoilées de la région la plus interne de la couche moléculaire.

» La coloration faite par le bleu de méthylène ne nous a pas permis, jusqu'à présent, de mettre en relief d'autres éléments histologiques du cervelet des Poissons (prolongements protoplasmiques et cylindre-axe des grains, fibres parallèles, etc...). Dans la substance blanche de cette partie de l'encéphale nous avons, toutefois, constaté par ce procédé de coloration la présence d'épaississements doubles et fusiformes sur le trajet de quelques fibres nerveuses (pseudo-étranglements de Ranvier); notons, à

---

(1) A. Schaper, *Zur feineren Anatomie des Kleinhirns der Teleostier* (*Anatomischer Anzeiger*, vol. VIII; 1893).

(2) R. Cajal, *Notas preventivas sobre la estructura del encéfalo de los teleósteos* (*Anales de la Sociedad española de Historia natural*, série II, Tomo tercero. XXIII; 1894).

ce sujet, que nous n'avons jamais pu, dans nos préparations, faire apparaître la *barre transversale* et *verticale* figurée par le professeur Dogiel dans son travail récent (¹).

» La méthode au bleu de méthylène nous a surtout semblé utile dans l'étude des diverses zones fibrillaires des lobes optiques, des faisceaux nerveux, des fibres commissurales ainsi que dans l'observation des noyaux d'origine et fibres radiculaires des nerfs du rhombencéphale. L'aspect variqueux des fibres nerveuses et des dendrites, maintes fois constaté dans nos préparations, nous a toujours paru provenir d'*altérations artificielles* des tissus.

» *En résumé*, la méthode de coloration au bleu de méthylène, appliquée à l'anatomie microscopique de l'encéphale chez les Poissons, confirme entièrement les recherches de R. Cajal, et nous nous rallions d'une façon générale aux opinions formulées par le professeur d'Histologie de Madrid. Le bleu de méthylène rendra des services comme moyen de contrôle et pour des recherches d'ensemble (*marche des faisceaux nerveux, des fibres commissurales, étude des noyaux d'origine*... etc.); mais ce réactif colorant ne saurait, à notre avis, remplacer dans la technique histologique des centres nerveux les fines et délicates imprégnations au chromate d'argent ou de mercure (méthodes de Golgi, Cox, etc.), qui nous ont donné déjà d'excellents résultats dans nos recherches spéciales (²). »

ZOOLOGIE. — *Sur la biologie de l'Hylésine brillant.* Note de MM. **A. Menegaux** et **J. Cochon**, présentée par M. Edmond Perrier.

« Nous avons entrepris l'étude de la biologie de l'Hylésine brillant et des moyens propices à empêcher son extension.

» Il y a environ trente ans, M. Puton l'avait déjà signalé dans les Vosges et le Jura septentrional, mais, depuis, il avait disparu de ces régions, tandis qu'il apparaissait sporadiquement par groupes isolés ou par masses, en faisant alors d'immenses dégâts dans les forêts, en Russie, en Suède, en

---

(¹) A.-S. Dogiel, *Die Nervelemente in Kleinhirne der Vögel und Saugethiere* (*Arch. f. Mik.* Bd. 47; 1895; Taf. XXXVI).

(²) Travaux faits au laboratoire maritime de Luc-sur-Mer (juillet-août-septembre 1896), au laboratoire de Tatihou (octobre 1896), et continués depuis au laboratoire d'Histologie de l'École de Médecine de Caen.

Autriche, en Saxe, dans le Hartz, la Forêt Noire, le Tyrol et la Suisse, dessinant ainsi un mouvement d'envahissement vers l'ouest. C'est en 1895 que M. J. Cochon a signalé la présence de ce dangereux ennemi dans les immenses forêts du haut Jura, au mont Noir, à 1100^{m} d'altitude. Cette forêt, située par 3°42′50″ de longitude et par 46°37′ de latitude est à sol calcaire et en plateau; elle est peuplée d'épicéas, de sapins et de hêtres. C'est une futaie de l'âge de 120 ans, peu dense. On sait que la présence du hêtre, à cause de son épais ombrage, est généralement défavorable à tous les xylophages.

» La singularité des apparitions du *Dendroctonus micans,* les particularités curieuses de son développement, ainsi que ses dégâts forestiers ont donné lieu à une foule de travaux étrangers surtout allemands. Ils sont très contradictoires et laissent encore de nombreux points obscurs de la biologie de cet animal.

» L'Hylésine brillant (*Dendroctonus micans* Ratz) est le plus grand des xylophages (8^{mm}). On n'a trouvé dans le haut Jura qu'un foyer d'infection : il n'a attaqué qu'un épicéa de 30^{cm} à 40^{cm} de diamètre, vigoureux, droit; sans blessures, sans défauts, très sain à l'extérieur et à l'intérieur, donc en pleine sève. Il est probable que l'afflux de sève, redouté par les autres xylophages, loin de le tuer, vient en aide à sa prodigieuse fécondité. L'animal vit dans la zone annuelle de liber et de bois, située à l'extérieur et à l'intérieur de l'assise génératrice. Il se nourrit plutôt de la sève élaborée que de tubes libériens. L'arbre ainsi anémié a été alors attaqué par de nombreux Bostriches, en particulier par le *B. typographus,* qui se sont jetés sur les rameaux voisins du sommet, en commençant par ceux situés du côté sud, puis ils se sont propagés vers le bas. La mort de l'épicéa attaqué survint alors très rapidement. Dans le cas présent ce fut un mois et demi environ après la découverte de l'infection, faite au 15 mai.

» A cette époque, rien ne décelait extérieurement la maladie, sinon la lésion de l'écorce tombée par grandes plaques et laissant l'aubier à nu jusqu'à $1^{m},50$ de hauteur. De très nombreux chapelets de résine y étaient suspendus. Le parasite attaquant le bois secondaire, jeune, situé sur le pourtour de la couche annuelle et où sont placés les canaux résineux dans l'épicéa, provoque par ses blessures, sinon une surproduction, tout au moins une extravasation de la résine qui s'écoule par les trous d'entrée ou certains trous à air.

» Au 15 mai, il existait sous l'écorce de nombreux adultes, bien colorés. Le mois de mai ayant été très froid avec de fortes gelées, la neige s'est maintenue tard en montagne. Il n'est donc pas possible d'admettre à cette époque un vol d'insectes. Par conséquent, ces animaux avaient hiverné dans l'hôte envahi, et provenaient de pontes

effectuées en 1894, sur l'arbre vivant, et telles que les larves ont rongé surtout le bois de l'automne. Il nous a été impossible de savoir à quel moment s'est faite la chrysalidation.

» La pénétration sous l'écorce s'est faite du côté sud, par des trous ovales, d'environ 3^{mm} de diamètre, obliques, à 45°, masqués sous le rhytidome et situés aussi bien sur les grosses racines que sur la base du tronc jusqu'à $1^{m},50$ du sol. Toujours fermés par un bouchon fait de détritus et d'excréments et fortement pressé, ces trous donnent accès dans des galeries irrégulières de 2^{mm} à 3^{mm} de largeur, présentant des élargissements allant à $0^{m},01$. Elles sont creusées dans le liber et dans l'aubier, et dirigées vers le haut généralement; mais elles peuvent être arquées, tangentielles, bifurquées, ou même dirigées vers le bas, ce qui doit exposer l'animal à être asphyxié par le flux de résine. La première partie de la galerie maternelle est munie d'une dentelure mince et fragile qui n'affecte que les feuillets du liber et se détruit facilement. L'élargissement constitue probablement la chambre ovifère, toujours remplie de plaques bigarrées, dures, formées par des crottes et des rognures de l'aubier et du liber différemment colorés, le tout fortement pressé. Souvent on trouve dans ces galeries des trous d'aération, mais, chose curieuse, quelques-unes sont imperforées : ils s'avancent vers l'extérieur et laissent intacte la couche la plus externe de l'écorce.

» Nous n'avons pas trouvé faisant suite à ces galeries les vastes chambres communes, citées par Pauly, et provenant de la disposition qu'adoptent les larves pour ronger. Mais, comme Lindemann, nous avons des chambres larvaires peu épaisses incluses dans le liber, dont la plus grande a $0^{m},015$ à $0^{m},02$ de large et $0^{m},07$ de longueur. Ces chambres proviennent de la fusion des galeries larvaires particulières, car le liber formant les faces interne et externe présente des stries très apparentes où l'on trouve des restes de larves. Les larves aiment donc à vivre en société et très économiquement puisqu'elles ne laissent derrière elles aucun îlot de tissu intact. Sur le pourtour de cette chambre se trouvent des galeries d'adulte qui en sont séparés par une mince cloison d'écorce, et qui communiquent avec elle par un trou d'entrée. C'est là que les adultes attendent le retour des beaux jours, leur maturité sexuelle et l'excitation génésique qui en est la conséquence. Quand l'épicéa a présenté un ralentissement dans la circulation de la sève, ils ont dû, fin juin, chercher un autre substratum pour y effectuer leur ponte. Nous n'admettons donc qu'une génération annuelle, dont les diverses phases sont plus ou moins rapides suivant les conditions climatériques.

» L'année 1895, ayant été exceptionnellement chaude, a été très favorable au développement des insectes, ce qui a amené une recrudescence dans l'invasion des forêts. C'est ainsi que sur 600000 épicéas, les arbres abattus comme bostrichés ont été de 1874 à 1894 de 647; en 1895 ils ont été de 226 et en 1896 de 126. Il y a donc une décroissance sensible pour cette année humide, mais les cryptogames se sont multipliés et M. J. Cochon a trouvé des quantités de cônes d'épicéas stérilisés par l'*Æcidium strobilinum* Reess, qui n'avait pas été encore signalé dans le Jura.

» J'ajouterai encore que le bois des arbres attaqués se veine de bleu,

comme pour les Bostrichés; qu'il est mou, pâteux et qu'il perd ainsi rapidement sa valeur marchande.

» Ce qui fait le danger de l'Hylésine, c'est qu'il ne se trouve jamais sur les troncs morts ou les souches, qu'il ne s'attaque qu'aux arbres sains, car il dédaigne les arbres pièges (bois en grume) qu'on peut lui réserver, et qui sont acceptés par tous les autres xylophages.

» Cet insecte, inconnu dans les collections il y a 50 ans, et classé comme non nuisible, a fait de tels dégâts en Allemagne, qu'il est maintenant considéré comme très nuisible. »

ZOOLOGIE. — *Sur l'accouplement pseudo-larvaire de quelques Sarcoptides plumicoles.* Note de M. S. **Jourdain**, présentée par M. Edmond Perrier.

« On rencontre fréquemment, sur les Pigeons domestiques, trois espèces de Sarcoptides plumicoles (*Pterolichus falciger* (Mégnin), *Dermoleichus asternalis* (Mégnin) et *Pterophagus strictus* (Mégnin).

» Le *curriculum vitæ* de ces Acariens est le suivant : la femelle pond un œuf volumineux qu'elle fixe à la face inférieure d'une plume, dans un sillon intertigellaire. De cet œuf sort une larve hexapode. Cette dernière, à la suite d'une mue, produit une larve ou nymphe octopode. Cette nymphe, muant à son tour, donne naissance soit à un mâle, soit à une femelle.

» Si les choses se passaient comme à l'ordinaire, la femelle s'accouplerait avec le mâle pour produire un œuf fécond.

» Dans les trois Sarcoptides plus haut cités, le mâle s'accouple avec une larve octopode, dépourvue d'appareil sexuel et ne possédant qu'une ouverture postérieure à laquelle se termine le tube digestif. Le rapprochement du mâle avec cette forme asexuée semble alors constituer un véritable paradoxe. Mais voici ce qui a lieu : l'union des deux individus est très prolongée; l'orifice génital du mâle se met en rapport avec la fente postérieure de l'octopode larvaire, ce qui a fait donner à cette fente le nom de *vulve d'accouplement*. En réalité, c'est une fente cloacale.

» Au cours de l'union sexuelle on voit, au-dessous des téguments de l'octopode larvaire, se constituer un nouvel individu, pourvu des attributs sexuels de la femelle et des caractères distinctifs de celle-ci. C'est sur cette femelle incluse que l'accouplement produit son effet, autrement dit c'est dans les organes génitaux de cette femelle que pénètre la liqueur

fécondante du mâle. Aussi proposé-je, pour ce cas si remarquable, la dénomination d'*accouplement pseudo-larvaire*. Je ne connais quelque chose d'analogue que chez d'autres Sarcoptides, les *Chorioptes* et les *Psoroptes*, où la mue peut se produire au cours de l'accouplement.

» J'ai l'honneur de présenter à l'Académie des croquis, exécutés à la chambre claire, de ces octopodes larvaires, avec femelles incluses, prises au cours de l'accouplement. La femelle fécondée est mise en liberté par la rupture des téguments de l'octopode, comme dans une mue ordinaire. Cette femelle est pourvue d'une ouverture génitale, qu'on a nommée *vulve d'accouchement*, mais qui, par le fait, est en outre au moins une vulve de fécondation.

» Il est à remarquer que les membres et le rostre de la femelle ne se constituent point à l'intérieur du rostre et des membres de l'octopode larvaire. Le nouvel individu se forme tout entier dans la région qu'on pourrait appeler *thoraco-abdominale*, de sorte que les téguments de l'octopode jouent le rôle d'une simple coque.

» Dans mes recherches sur les Sarcoptides plumicoles, je n'ai point rencontré les formes qui ont été décrites sous le nom de *nymphes hypopiales*. »

ZOOLOGIE. — *Phénomènes d'autotomie observés chez les nymphes de* Monandroptera inuncans *Serv. et de* Rhaphiderus scabrosus *Serv.* Note de M. **Edmond Bordage**, présentée par M. Em. Blanchard.

« Au mois de septembre dernier, j'ai pu me procurer des larves et des nymphes de *Monandroptera inuncans* et de *Rhaphiderus scabrosus*, sur lesquelles j'ai étudié les phénomènes d'autotomie, afin de les comparer à ceux que j'avais obtenus chez les insectes adultes.

» Ces phénomènes étaient très nets chez les très jeunes larves. En pinçant fortement l'extrémité distale de la cuisse, j'obtenais généralement la séparation du membre. Le temps qui s'écoule entre l'excitation du nerf et la rupture de la patte varie depuis quelques dixièmes de seconde jusqu'à trois ou quatre secondes. La même opération pouvait être successivement tentée avec succès sur les six membres.

» Chez les larves plus âgées et les nymphes, l'autotomie se produit quelquefois encore facilement; mais il peut arriver qu'elle devienne irrégulière et capricieuse, fait que nous avons déjà signalé chez les Phasmides adultes. Nous devons aussi signaler l'accroissement du temps compris entre

l'excitation et la rupture. Bien que cet accroissement ne se manifeste pas d'une façon absolument générale, il est très fréquent et peut se traduire par un certain nombre de minutes.

» Il m'est arrivé de pincer, jusqu'à les broyer entre les ongles, plusieurs membres d'une nymphe, sans parvenir à produire l'autotomie.

» De guerre lasse, je déposais l'insecte sur une table : il se déplaçait avec peine, traînant les pattes mises hors d'usage; puis, au bout de quatre à cinq minutes, d'un quart d'heure quelquefois, les membres endommagés se détachaient nettement, non aux points broyés, mais toujours à l'endroit où se produit normalement la rupture par autotomie. Dans quelques cas seulement, j'ai vu le membre broyé ne pas se séparer du thorax. Je suis porté à croire que j'avais alors affaire à des nymphes sur le point d'effectuer une mue, à en juger par leur manque de vigueur et par une certaine flaccidité de leur corps. La mort de ces insectes a, du reste, suivi de peu les expériences tentées sur eux.

» L'influence des agents thermiques ne m'a guère donné de bons résultats. Quelquefois une patte, que je mettais en contact avec une allumette en ignition, se détachait après quelques secondes; dans d'autres cas, elle se laissait carboniser jusqu'à être réduite à un simple moignon, sans se détacher du thorax.

» La section rapide du fémur, à quelque hauteur qu'elle soit pratiquée, n'amène pas toujours l'autotomie (ce procédé est cependant infaillible pour la rupture des grandes pattes de la sauterelle). Quelquefois, après avoir opéré en vain cette section, je mettais en contact avec la plaie une allumette en ignition, ce qui, dans certains cas seulement, produisait l'amputation spontanée du moignon.

» L'action des morsures des fourmis étant identique à ce que nous avons observé chez les insectes adultes, nous ne reviendrons pas sur ce point. Disons cependant que nous n'avons jamais vu les fourmis réussir à déterminer l'autotomie des six membres.

» Ainsi que nous l'avons déjà dit, les phénomènes d'autotomie ne se manifestent pas d'une façon régulière chez les Phasmides, du moins chez les espèces que nous avons étudiées. Malgré cela, nos expériences, pratiquées sur un grand nombre de Monandroptères et de Rhaphidères, nous ont permis de constater que, pour les nymphes, l'autotomie devient de plus en plus difficile à mesure que ces nymphes se rapprochent davantage de la dernière métamorphose.

» Depuis le mois de septembre 1896, je conserve en captivité des nymphes de Rhaphidères et de Monandroptères, ce qui est assez difficile, car ces insectes vivent normalement à partir d'une altitude de 700^{m} ou 800^{m}. Ils broutent les feuilles des Goyaviers (*Psidium*), des Filaos (*Casuarina*), ainsi que celles de l'*Agauria pyrifolia* [1].

---

[1] L'*Agauria pyrifolia* est un abrisseau appartenant à la famille des Ericacées. Ses feuilles très vénéneuses ont souvent causé des cas d'empoisonnement chez les bestiaux. Elles ne produisent cependant aucun effet sur les Monandroptères et les Raphidères qui les mangent avec avidité.

» Après avoir déterminé, chez quelques spécimens, l'amputation par autotomie, j'ai pu observer la régénérescence des membres amputés. Un membre régénéré se distingue toujours du membre correspondant de la même paire par ses dimensions moindres et une coloration légèrement différente.

» La différence de dimensions atteint évidemment son maximum quand l'amputation a été pratiquée sur des nymphes n'ayant encore que peu de mues à subir avant d'arriver au stade de complet développement. Détail très intéressant : sur une patte régénérée, le tarse n'a souvent que quatre articles, au lieu de cinq.

» C'est certainement ce fait qui explique la méprise suivante de Westwood :

» Ce savant, ayant été mis en possession d'un spécimen de *Monandroptera* (*Diapherodes*) *undulata*, écrivait, dans la description qu'il en donnait : « Cette espèce est » remarquable en ce qu'elle a seulement quatre articles à ses tarses antérieurs, diffé» rant sous ce rapport de toutes les espèces connues de la famille à laquelle elle ap» partient (*Arcana Entom.*, t. I, p. 25). » Il est évident que Westwood se trouvait en présence d'un insecte qui, à l'état de nymphe, avait perdu, par autotomie, ses deux membres antérieurs.

» Cela est encore prouvé par les mots suivants : « Les membres antérieurs sont » aussi relativement bien plus courts que les autres. »

» Ch. Coquerel, qui avait cependant étudié les Phasmides de Bourbon, dans cette île même, n'avait pas reconnu non plus la véritable cause de ce fait curieux. Critiquant l'opinion de Westwood, il écrivait : « Il s'agit probablement d'un vice de con» formation particulier à cet individu, ou peut-être Westwood a-t-il eu affaire à un » insecte mutilé et rétabli par une main inhabile (*Ann. Soc. Entom. de France*, » p. 495; 1861). »

» Dans un Travail ultérieur, je me propose d'étudier le processus de régénérescence des membres chez les nymphes des Phasmides, ainsi que de nombreuses particularités anatomiques de ces Orthoptères. »

M. E. **Maumené** adresse une Note « Sur les gaz dégagés dans l'eau par les carbures métalliques. »

A 4 heures trois quarts, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures. J. B.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 1er FÉVRIER 1897,

PRÉSIDENCE DE M. A. CHATIN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts** adresse une ampliation du Décret par lequel le Président de la République approuve l'élection, faite par l'Académie, de M. *Filhol*, dans la Section d'Anatomie et Zoologie, en remplacement de feu M. *Sappey*.

Il est donné lecture de ce Décret.

M. le Président invite M. **Filhol** à prendre place parmi ses Confrères.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur un mode d'inversion des intégrales multiples.* Note de M. **Paul Appell**.

« On peut, pour les intégrales multiples, poser un problème d'inversion qui est analogue au problème d'inversion des intégrales simples et qui

conduit aux mêmes questions (extension du théorème d'Abel, uniformité des fonctions inverses, périodicité, ...). Pour cela, on considère des équations dont les deuxièmes membres sont des variables indépendantes u_1, $u_2, \ldots, u_n$ et dont les premiers membres sont des sommes d'intégrales multiples portant sur des fonctions données et étendues à des champs d'intégration *dont la définition dépend d'une façon uniforme de n variables* a_1, $a_2, \ldots, a_n$. Ces équations définissent $a_1, a_2, \ldots, a_n$ en fonction de u_1, $u_2, \ldots, u_n$.

» Je me borne ici à indiquer cette extension du problème de l'inversion : on en trouvera des exemples élémentaires dans une Note qui sera insérée dans l'*American Journal.* »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'intégration de certaines équations différentielles par des séries.* Note de M. **Émile Picard.**

« Les intéressants résultats qu'a publiés récemment M. Painlevé sur l'intégration de certaines équations différentielles par des séries me remettent en mémoire divers résultats que j'ai donnés autrefois à ce sujet dans le tome III de mon *Traité d'Analyse* (p. 245). Je ne crois pas inutile de revenir sur ces méthodes, qui me paraissent susceptibles d'être beaucoup généralisées. Il ne s'agit, dans tout ce qui va suivre, que de valeurs réelles. On sait que pour intégrer le système

$$\frac{dx_1}{X_1} = \frac{dx_2}{X_2} = \ldots = \frac{dx_p}{X_p},$$

où les X sont des polynomes de degré m en $x_1, x_2, \ldots, x_p$, M. Poincaré a indiqué la méthode suivante :

» Il considère les équations

$$\frac{dx_i}{dt} = \frac{X_i}{1 + X_1^2 + \ldots + X_p^2} \qquad (i = 1, 2, \ldots, p)$$

et montre qu'on peut développer toutes les intégrales de ce système suivant les puissances de

$$z = \frac{e^{at} - 1}{e^{at} + 1},$$

a étant une constante positive convenablement choisie.

» On peut obtenir bien d'autres représentations analytiques des intégrales. J'ai proposé la suivante :

» Prenons les équations

$$\frac{dx_i}{dt} = \frac{X_i}{\sqrt{1 + X_1^2 + \ldots + X_p^2}} \qquad (i = 1, 2, \ldots, p).$$

» En se reportant à la méthode des approximations successives dont j'ai souvent fait usage, on voit aisément que, pour ces équations, les approximations successives conduisent à des développements *convergents pour toute valeur réelle de t*.

» Les développements précédents sont en réalité de peu d'importance pratique, car on ne peut savoir en général par eux ce que deviennent les x quand t augmente indéfiniment; il pourra arriver que les x ne tendent vers aucune limite, ou bien les x tendront vers des limites déterminées et l'on n'aura qu'une portion des courbes intégrales.

» Dans certains problèmes, notamment en Mécanique, la variable indépendante, à savoir le temps, sera spécifiée, et il semble qu'il n'y ait alors aucun parti à tirer de l'introduction d'une variable auxiliaire. Il en sera bien souvent ainsi, en effet; cependant, dans d'autres cas, on pourra se rendre compte de la nature de la dépendance entre le temps et la variable auxiliaire introduite, et, si ces deux variables augmentent ensemble indéfiniment, les approximations successives pourront être utilisées.

» Il serait facile d'indiquer des exemples généraux; je préfère prendre d'abord le cas particulier intéressant du mouvement d'un corps solide pesant autour d'un point fixe. Les équations du mouvement sont ici

$$(1) \quad \begin{cases} A\dfrac{dp}{dt} = (B - C)qr + Mg(y_0\gamma'' - z_0\gamma'), & \dfrac{d\gamma}{dt} = r\gamma' - q\gamma'', \\ B\dfrac{dq}{dt} = (C - A)rp + Mg(z_0\gamma - x_0\gamma''), & \dfrac{d\gamma'}{dt} = p\gamma'' - r\gamma, \\ C\dfrac{dr}{dt} = (A - B)pq + Mg(x_0\gamma' - y_0\gamma), & \dfrac{d\gamma''}{dt} = q\gamma - p\gamma', \end{cases}$$

où p, q, r désignent les composantes de la rotation instantanée sur les axes principaux, et γ, γ', γ'' les cosinus des angles de ces axes avec la verticale; A, B, C sont les moments principaux d'inertie et (x_0, y_0, z_0) les coordonnées du centre de gravité par rapport aux axes principaux. On a évidemment l'intégrale première

$$\gamma^2 + \gamma'^2 + \gamma''^2 = \text{const.}$$

» Dans le problème qui nous occupe, la constante devra être prise égale à l'unité. Écrivons encore l'intégrale des forces vives

$$Ap^2 + Bq^2 + Cr^2 - 2Mg(x_0\gamma + y_0\gamma' + z_0\gamma'') = \text{const.}$$

» J'envisage maintenant le système formé par les équations

$$(2)\quad \begin{cases} A\dfrac{dp}{d\tau} = \dfrac{(B-C)qr + Mg(y_0\gamma'' - z_0\gamma')}{Ap^2 + Bq^2 + Cr^2 + \gamma^2 + \gamma'^2 + \gamma''^2 + h}, \\ \dfrac{d\gamma}{d\tau} = \dfrac{r\gamma' - q\gamma''}{Ap^2 + Bq^2 + Cr^2 + \gamma^2 + \gamma'^2 + \gamma''^2 + h}, \end{cases}$$

et par les quatre équations analogues, qui diffère seulement du système (1) par la présence d'un dénominateur commun dans les seconds membres, et la variable τ remplaçant la variable t; h désigne une constante positive.

» On pourra intégrer le système (2) par la méthode rappelée d'approximations successives, et, étant choisies les valeurs initiales, on aura pour

$$p,\quad q,\quad r,\quad \gamma,\quad \gamma',\quad \gamma'',$$

des fonctions de τ *déterminées pour toute valeur finie de* τ. Le système admettant les deux intégrales premières écrites plus haut, les γ resteront moindres qu'un nombre fixe d'après la première de ces intégrales, et alors d'après la seconde, il en sera de même de p, q, r. La relation entre t et τ est

$$dt = \frac{d\tau}{Ap^2 + Bq^2 + Cr^2 + \gamma^2 + \gamma'^2 + \gamma''^2 + h},$$

et, par suite, quand τ augmentera indéfiniment, il en sera de même de t. On aura donc une solution valable depuis la valeur initiale t_0 jusqu'à une époque quelconque t. On a ainsi une solution satisfaisante au point de vue du calcul numérique, en ce sens que les fonctions inconnues

$$p,\quad q,\quad r,\quad \gamma,\quad \gamma',\quad \gamma''$$

sont représentées par des développements convergents pour toute valeur finie de τ, et *faire croître* τ *indéfiniment revient à faire croître* t *indéfiniment*.

» Indiquons encore un autre exemple, où se rencontreront des circonstances plus simples encore. Considérons le système

$$\frac{d^2 x_i}{dt^2} = \frac{\partial U}{\partial x_i} \qquad (i = 1, 2, \ldots, n).$$

» Je suppose que la fonction $U(x_1, x_2, \ldots, x_n)$ reste négative pour

toute valeur réelle des x. On a évidemment l'intégrale des forces vives

$$x_1'^2 + \ldots + x_n'^2 - 2U = \text{const.} \tag{3}$$

» Formons le système

$$\left\{\begin{aligned} \frac{dx_i'}{d\tau} &= \frac{\dfrac{\partial U}{\partial x_i}}{x_1'^2 + \ldots + x_n'^2 - 2U + h} \\ \frac{dx_i}{d\tau} &= \frac{x_i'}{x_1'^2 + \ldots + x_n'^2 - 2U + h} \end{aligned}\right. \qquad (i = 1, 2, \ldots, n), \tag{4}$$

où h est une constante positive. Si l'on suppose que les quotients

$$\frac{\dfrac{\partial U}{\partial x_i}}{x_1'^2 + \ldots + x_n'^2 - 2U + h}, \qquad \frac{x_i'}{x_1'^2 + \ldots + x_n'^2 - 2U + h},$$

considérés comme fonctions des x et des x', *aient leurs dérivées partielles du premier ordre moindres en valeur absolue qu'un nombre fixe* pour tout système de valeurs réelles des x et des x', on pourra appliquer au système (4) la méthode des approximations successives de façon à obtenir des développements convergents pour toute valeur de τ. Mais, d'autre part, le système (4) admet évidemment l'intégrale (3), et, par suite, la relation entre t et τ sera de la forme

$$dt = \frac{d\tau}{C + h},$$

C étant une constante positive. La variable auxiliaire τ est donc une fonction linéaire de t, et *nous avons ici des développements dont les termes sont des fonctions de t, et qui convergent pour toute valeur de cette variable*. Il me paraît inutile d'indiquer d'autres exemples; ce qui précède montre que dans bien des cas la méthode des approximations successives peut donner, au point de vue du calcul, une solution rigoureuse et complète des problèmes de Mécanique. On remarquera que nous ne nous appuyons, dans ce qui précède, que sur les propositions les plus élémentaires de la théorie des équations différentielles. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. H.-L. Lechappe adresse de nouveaux détails sur son appareil producteur d'acétylène.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. A. Boullerot adresse un projet d'emploi de signaux de nuit, phosphorescents, sur les lignes de chemins de fer.

(Renvoi à la Commission des chemins de fer.)

M. Aug. Coret adresse une Note relative à un nouvel instrument destiné à apprécier les mouvements d'ascension ou de descente des aérostats.

(Renvoi à la Commission des aérostats.)

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Le quatrième Volume de « l'Aérophile », Revue mensuelle de l'Aéronautique et des Sciences qui s'y rattachent.

2° Un Volume publié par M. *Malcolm A. C. Fraser* et portant pour titre : « Western Australian, Year-Book for 1894-95 ». (D'après le désir exprimé par l'auteur, ce Volume sera soumis à l'examen de M. Grandidier, pour les questions relatives à la découverte de l'Australie.)

3° Un Volume de M. *P. Painlevé*, portant pour titre : « Leçons sur la théorie analytique des équations différentielles ». (Présenté par M. Émile Picard.)

ASTRONOMIE. — *Distances du système solaire.* Note de M. E. **Roger**, présentée par M. Jordan.

« I. La première des deux lois énoncées par M. Delauney (*Comptes rendus*, t. CXXIV, p. 71) peut, sans invraisemblance, être attribuée à des rencontres fortuites.

» En effet, si l'on convertit en fractions continues les distances du Soleil aux trois planètes Vénus, Mars et Mercure, on pourra former une série de réduites de plus en plus approchées. Les trois distances seront alors représentées par trois réduites $\frac{a}{b}$, $\frac{a'}{b'}$, $\frac{a''}{b''}$, qui admettront un dénominateur commun $bb'b''$, quelle que soit la loi qui régit la distribution des planètes, et alors même que cette distribution serait l'effet du hasard ou de causes qui, par leur complication, échapperaient au calcul. Cela posé, il sera presque toujours possible de substituer à $bb'b''$ un nombre entier numériquement plus faible bff' (f et f' entiers). Il suffira, pour y parvenir, d'observer que les produits $\frac{a'}{b'}b$, $\frac{a''}{b''}b$ ne diffèrent d'un entier que par des fractions très voisines de celles-ci

$$0,\quad \pm 0,1,\quad \pm 0,2,\quad \pm 0,3,\quad \pm 0,4,\quad \pm 0,5;$$

on obtiendra donc, dans chaque cas, des produits très rapprochés de nombres entiers en attribuant à f et à f' l'une des valeurs

$$1,\quad 10,\quad 5,\quad 3,\quad \frac{5\pm 1}{2},\quad 2.$$

» Il est facile de s'assurer qu'il y a un à parier contre quatre que ff' ne dépassera pas 5.

» En prenant

$$\frac{a}{b} = \frac{13}{18},$$

on a

$$\frac{a'}{b'}b = 24,43,\qquad \frac{a''}{b''}b = 6,97,$$
$$f = 2,\qquad f' = 1,\qquad bff' = 36.$$

» Les réduites $\frac{29}{19}$, $\frac{5}{13}$ fournissent deux autres systèmes aussi exacts, à peu de chose près : [22, 41, 57, 87]; [10, 19, 26, 40].

» II. La seconde loi se déduit presque intuitivement de la formule empirique (¹)

$$D_n = D_0 \times 1{,}623^{n+\frac{\pi}{5}\left(1-\cos\frac{n\pi}{5}\right)},$$

dans laquelle n est un numéro d'ordre, les planètes étant rangées symétriquement de part et d'autre de la planète Mars ($n = 0$).

» Il est clair, en effet, que, s'il était permis de faire abstraction de l'inégalité périodique, les rapports $\frac{D_2}{D_0}$, $\frac{D_3}{D_{-1}}$, $\frac{D_4}{D_{-2}}$ formeraient une progression géométrique ayant pour raison $1{,}623^2$ nombre peu différent de $8^{\frac{1}{2}}$ et de $C^{\frac{3}{\pi}}$. La loi semble devoir être en défaut pour le quatrième groupe, par suite d'une lacune qui existe entre Vénus et Mercure; mais l'inégalité périodique en rétablit jusqu'à un certain point l'exactitude, ainsi qu'on va le voir.

» En désignant par C^u l'inégalité périodique, on a

$$-u_0 = u_{\pm 5} = 0{,}3, \qquad -u_{\pm 1} = u_{\pm 4} = 0{,}243, \qquad -u_{\pm 2} = u_{\pm 3} = 0{,}093.$$

» D'autre part, les logarithmes hyperboliques L des distances D et DC^{-n}, et des rapports de ces distances dans chaque groupe, sont comme il suit :

	n.	D.	L.	Différence.	$L-u$.	Différence.
Jupiter...	2	5,203	1,649		1,742	
				$\frac{1}{2}\log 8 + 0{,}188$		$\frac{3}{\pi} + 0{,}066$
Mars.....	0	1,524	0,421		0,721	
Saturne..	3	9,539	2,255		2,162	
				$\log 8 + 0{,}175$		$2\frac{3}{\pi} + 0{,}009$
La Terre.	−1	1	0		0,243	
Uranus...	4	19,183	2,954		2,711	
				$\frac{3}{2}\log 8 + 0{,}158$		$3\frac{3}{\pi} + 0{,}077$
Vénus....	−2	0,723	−0,324		−0,231	
Neptune..	5	30,055	3,403		3,103	
				$2\log 8 + 0{,}192$		$4\frac{3}{\pi} + \frac{3}{2\pi} + 0{,}008$
Mercure..	−4	0,387	−0,949		−1,192	

» L'équation qui lie D à n admet d'autres inégalités périodiques : C^{ε}, $C^{\varepsilon'}$, ..., qu'on peut ici négliger, à l'exception de celle que définit l'équation

$$\varepsilon = \pm 0{,}03 \frac{1 + 1{,}6 \cos 0{,}9(n-3)\pi}{[1 + 0{,}9 \cos 0{,}9(n-3)\pi]^2} \qquad [\varepsilon > 0]\,(^2),$$

(¹) *Comptes rendus*, t. CXIV, p. 945.
(²) *Comptes rendus*, t. CVI; p. 250.

d'où

$$\varepsilon_5 = \varepsilon_3 = \varepsilon_1 = 0{,}002, \qquad \varepsilon_4 = \varepsilon_2 = 0{,}075,$$
$$\varepsilon_0 = 0{,}001, \qquad \varepsilon_{-1} = \varepsilon_{-2} = \varepsilon_{-9} = 000{,}3.$$

» En résumé, la seconde loi de M. Delaunay est un corollaire d'une loi plus générale et plus rigoureuse qu'on peut formuler ainsi :

$$\mathrm{D} = \mathrm{C}^{\frac{3n}{2\pi} - 0{,}3\cos\frac{n\pi}{5} + \varepsilon + \text{const.}} \quad »$$

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les intégrales quadratiques des équations de la Dynamique*. Note de M. **P. Painlevé**, présentée par M. Picard.

« Considérons un système d'équations de Lagrange,

$$(1) \qquad \frac{d}{dt}\left(\frac{\partial \mathrm{T}}{\partial x'_s}\right) - \frac{\partial \mathrm{T}}{\partial x_s} = \mathrm{X}_s(x_1, \ldots, x_n) \qquad (s = 1, 2, \ldots, n),$$

où T est une forme quadratique en $x'_1, \ldots, x'_n$. La recherche des cas où un tel système admet des intégrales quadratiques est un problème extrêmement compliqué, sur lequel plusieurs auteurs, notamment M. R. Liouville, M. Stæckel, M. Levi-Civita, M. di Pirro ont publié d'importants résultats. Je me propose d'indiquer ici une classe de systèmes (1) admettant des intégrales quadratiques, classe beaucoup plus étendue que celles qu'on a signalées jusqu'ici et qui vraisemblablement épuise la question.

» Représentons par $i, j, \ldots, l, m$ des entiers positifs quelconques dont la somme est égale à n, et soit q le nombre de ces entiers. Soit maintenant

$$\tau_1(x'_1, \ldots, x'_i; x_1, \ldots, x_i), \quad \tau_2(x'_{i+1}, \ldots, x'_{i+j}; x_{i+1}, \ldots, x_{i+j}), \quad \ldots,$$
$$\tau_q(x'_{i+j+\ldots+l+1}, \ldots, x'_n; x_{i+j+\ldots+l+1}, \ldots, x_n),$$

q forces vives composées la première avec les variables $x_1, \ldots, x_i$, la seconde avec les variables $x_{i+1}, \ldots, x_{i+j}, \ldots$. Appelons enfin Δ le déterminant

$$\Delta = \begin{vmatrix} \varphi_1^1(x_1, \ldots, x_i), & \varphi_2^1(x_{i+1}, \ldots, x_{i+j}), & \ldots, & \varphi_q^1(x_{i+j+\ldots+l+1}, \ldots, x_n) \\ \varphi_1^2(x_1, \ldots, x_i), & \varphi_2^2(x_{i+1}, \ldots, x_{i+j}), & \ldots, & \varphi_q^2(x_{i+j+\ldots+l+1}, \ldots, x_n) \\ \ldots\ldots, & \ldots\ldots, & \ldots, & \ldots\ldots \\ \varphi_1^q(x_1, \ldots, x_i), & \varphi_2^q(x_{i+1}, \ldots, x_{i+j}), & \ldots, & \varphi_q^q(x_{i+j+\ldots+l+1}, \ldots, x_n) \end{vmatrix},$$

où les φ_r^s sont des fonctions arbitrairement choisies des variables indiquées; Δ_r^s désignera le mineur de Δ relatif à l'élément φ_r^s.

» Posons

$$(1)\qquad T_1 = \Delta\left(\frac{\tau_1}{\Delta_1^1} + \frac{\tau_2}{\Delta_2^1} + \ldots + \frac{\tau_q}{\Delta_q^1}\right),$$

et adjoignons à T_1 la fonction de forces U_1 définie par l'égalité

$$(2)\qquad \begin{cases} \Delta U_1 = f_1(x_1, \ldots, x_i)\,\Delta_1^1 \\ \qquad + f_2(x_{i+1}, \ldots, x_{i+j})\,\Delta_2^1 + \ldots + f_q(x_{i+j+\ldots+l+1}, \ldots, x_n)\,\Delta_n^1, \end{cases}$$

où les f_r sont des fonctions arbitrairement choisies des variables indiquées. *Le système de Lagrange* (T_1, U_1) *admet* q *intégrales quadratiques distinctes (en comptant l'intégrale des forces vives), à savoir les intégrales* $T_\mu - U_\mu = h_\mu$, *où l'on a*

$$T_\mu = \Delta\left[\tau_1\frac{\Delta_1^\mu}{(\Delta_1^1)^2} + \tau_2\frac{\Delta_2^\mu}{(\Delta_2^1)^2} + \ldots + \tau_q\frac{\Delta_q^\mu}{(\Delta_q^1)^2}\right],$$

$$U_\mu = \frac{1}{\Delta}(f_1\Delta_1^\mu + f_2\Delta_2^\mu + \ldots + f_q\Delta_q^\mu) \qquad (\mu = 1, 2, \ldots, q).$$

» Il suffit, pour le voir, d'employer les variables canoniques. Représentons par $\Theta_1(p_1, \ldots, p_i, x_1, \ldots, x_i)$, $\Theta_2(p_{i+1}, \ldots, p_{i+j}; x_{i+1}, \ldots, x_{i+j})$, ..., q forces vives canoniques quelconques, la première dépendant seulement de $p_1, \ldots, p_i, x_1, \ldots, x_i$, ... Les fonctions $T_\mu(p_1, \ldots, p_n, x_1, \ldots, x_n)$ sont de la forme

$$(3)\qquad T_\mu(p_1, \ldots, p_n; x_1, \ldots, x_n) = \frac{1}{\Delta}(\Theta_1\Delta_1^\mu + \Theta_2\Delta_2^\mu + \ldots + \Theta_q\Delta_q^\mu).$$

» Je dis que les égalités (4) [où l'on regarde $p_1, \ldots, p_n$ comme les dérivées d'une fonction $V(x_1, \ldots, x_n)$]

$$(4)\qquad T_1 - U_1 = h_1, \quad \ldots, \quad T_q - U_q = h_q,$$

sont en involution. En effet, le système (4) admet une intégrale $V(x_1, \ldots, x_n)$ dépendant de n constantes arbitraires (en comptant les constantes $h_1, \ldots, h_q$), à savoir une intégrale de la forme

$$V = V_1(x_1, \ldots, x_i) + V_2(x_{i+1}, \ldots, x_{i+j}) + \ldots,$$

où $V_1, V_2, \ldots$, sont des intégrales complètes des q équations

$$(5)\qquad \begin{cases} \Theta_1\left(\dfrac{\partial V_1}{\partial x_1}, \ldots, \dfrac{\partial V_1}{\partial x_i}; x_1, \ldots, x_i\right) = f_1 + h_1\varphi_1^1 + h_2\varphi_1^2 + \ldots + h_q\varphi_1^q, \\ \Theta_2\left(\dfrac{\partial V_2}{\partial x_{i+1}}, \ldots; \dfrac{\partial V_2}{\partial x_{i+j}}, x_{i+1}, \ldots, x_{i+j}\right) = f_2 + h_1\varphi_2^1 + h_2\varphi_2^2 + \ldots + h_q\varphi_2^q, \ldots \end{cases}$$

» L'intégration du système de Lagrange (T_1, U_1) est ramenée à l'intégration des équations (5).

» Rendons-nous compte du degré de généralité des systèmes $[T_1, U_1]$ ainsi définis. Tout d'abord, il est loisible, comme on le voit aisément, de supposer $\varphi_1^1 \equiv \varphi_2^1 \equiv \ldots \equiv \varphi_q^1 \equiv 1$. Ensuite la force vive τ_1 dépend de $\frac{i(i+1)}{2}$ coefficients (fonctions quelconques de $x_1, \ldots, x_i$); mais on peut toujours, en changeant les paramètres $x_1, \ldots, x_i$, choisir i de ces coefficients arbitrairement : τ_1 dépend donc de $\frac{i(i-1)}{2}$, fonctions arbitraires vraiment distinctes. Il suit de là que T_1 dépend de

$$\lambda_1 \equiv (q-1) + \frac{i(i-1)}{2} \text{ fonctions arbitraires de } x_1, \ldots, x_i,$$

$$\lambda_2 \equiv (q-1) + \frac{j(j-1)}{2} \text{ fonctions arbitraires de } x_{i+1}, \ldots, x_{i+j},$$

. . . .

$$\lambda_q = (q-1) + \frac{m(m-1)}{2} \text{ fonctions arbitraires de } x_{i+j+\ldots+l+1}, \ldots, x_n.$$

» Le choix de la fonction de forces U augmente chaque nombre λ d'une unité. En épuisant les systèmes d'entiers $(i, j, \ldots, m)$, dont la somme est égale à n, on forme des classes de systèmes (T_1, U_1) ayant respectivement n, ou $(n-1)$, ..., ou 1 intégrales quadratiques.

» Enfin, il n'est pas nécessaire de supposer que les forces dérivent d'un potentiel. *La force vive* T_1 *étant donnée par* (1), *le système* (T_1, X_i) *admettra l'intégrale quadratique* $T_2 - V(x_1, \ldots, x_n) = \text{const.}$, *si l'on astreint les forces aux seules conditions*

$$(6) \qquad \frac{X_1}{\frac{\partial V}{\partial x_1}} = \ldots = \frac{X_i}{\frac{\partial V}{\partial x_i}} = \frac{\Delta_1^1}{\Delta_1^2}, \qquad \frac{X_{i+1}}{\frac{\partial V}{\partial x_{i+1}}} = \ldots = \frac{X_{i+j}}{\frac{\partial V}{\partial x_{i+j}}} = \frac{\Delta_2^1}{\Delta_2^2}, \qquad \ldots,$$

où V est une fonction quelconque de $x_1, \ldots, x_n$.

En particulier, si $q = 2$, T peut recevoir la forme

$$T \equiv [\varphi_1(x_1, \ldots, x_i) + \varphi_2(x_{i+1}, \ldots, x_n)] \times [\tau_1(x'_1, \ldots, x'_i; x_1, \ldots, x_i) + \tau_2(x'_{i+1}, \ldots, x'_n; x_{i+1}, \ldots, x_n),$$

et le système (T_1, X_i) admet une intégrale quadratique (distincte de celle des forces vives) quand on a

$$X_1 = \frac{1}{\varphi_2}\frac{\partial V}{\partial x_1}, \quad \ldots, X_i = \frac{1}{\varphi_2}\frac{\partial V}{\partial x_i}, \quad X_{i+1} = \frac{-1}{\varphi_1}\frac{\partial V}{\partial x_{i+1}}, \quad \ldots, \quad X_n = \frac{-1}{\varphi_1}\frac{\partial V}{\partial x_n},$$

en particulier, quand les forces dérivent d'un potentiel de la forme

$$U = \frac{f_1(x_1, \ldots, x_i) + f_2(x_{i+1}, \ldots, x_n)}{\varphi_1 + \varphi_2}.$$

» Si tous les entiers $i, j, \ldots, m$ sont égaux à 1, q est égal à n; on retombe sur le cas de M. Stæckel, qui dépend de n^2 fonctions arbitraires à une variable. Si tous les entiers $i, j, \ldots, m$ sont égaux à 1, sauf le premier, et si, de plus, T est orthogonale, on retombe sur le cas de M. di Pirro, qui dépend de n fonctions arbitraires de $x_1, \ldots, x_i$, et de

$$(n-i-1)^2+(n-i)$$

fonctions arbitraires à une seule variable. Si, dans Δ, on assujettit les φ_r^s aux conditions : $\varphi_r^s \equiv (\varphi_r^1)^s$, et si, de plus, on remplace par des constantes ceux des φ_r^1 où peut figurer plus d'une variable x, on retrouve les ds^2 de M. Levi-Civita. »

ANALYSE FINANCIÈRE. — *Sur les lois de l'intérêt.* Note de M. **Enrico de Montel**, présentée par M. E. Rouché.

« 1. E. Catalan avait déjà remarqué que les lois actuelles qui régissent l'intérêt conduisent à des résultats inacceptables (*Journal des Actuaires;* 1872), et il avait proposé la formule suivante, pour calculer le fruit c'est-à-dire l'intérêt de 1[fr] pour n années,

$$y = p\left[e - \left(1+\frac{100}{n}\right)^{\frac{100}{n}}\right];$$

le nombre p est l'entier immédiatement supérieur à celui que donne l'équation

$$p\left[e-\left(1+\tfrac{1}{100}\right)^{100}\right]=r,$$

dans laquelle r indique l'intérêt de la première année.

» Cette formule ne permet pas de fixer *a priori*, d'une manière précise, le taux et ne se prête pas à résoudre aisément les problèmes financiers.

» Cependant Catalan avait nettement posé la question.

» La loi sur l'intérêt devrait être telle que, pour des intervalles assez courts, le fruit restât sensiblement proportionnel au temps, tandis que le montant ne devait pas, même pour un temps infiniment grand, surpasser une limite déterminée.

» Ces conditions sont parfaitement remplies, si l'on établit entre le temps x et le montant y de l'unité monétaire la relation bien connue

$$xy+ay+bx+c=0.$$

» On détermine les constantes en fixant l'intérêt que doit produire

l'unité dans la première année, et le maximum qui ne doit pas surpasser le montant; on a d'ailleurs $a + c = 0$.

» Si l'on fixe, par exemple, à 4 pour 100 l'intérêt de la première année et à 8 la valeur maxima du montant correspondant à $x = \infty$, la relation devient

$$xy + 174y - 8x - 174 = 0;$$

c'est ce qu'on appellera l'*équation du 4 pour* 100, *à maximum* 8.

» On établit, de même, l'équation du 5 pour 100, du 6 pour 100, etc., avec d'autres maximums.

» La loi est multiforme.

» La courbe du montant est une branche d'hyperbole.

» L'intérêt simple n'est qu'un cas particulier de l'intérêt, à maximum donné.

» 2. Le calcul des rentes se fait au moyen de la formule d'Euler, qui réduit aux intégrales définies les sommes à différence finie.

» S'il s'agissait de calculer une rente de 20 termes, au taux d'évaluation 4 pour 100, à maximum 8, il n'y aurait qu'à calculer

$$\sum_{1}^{20} \frac{174 + x}{174 + 8x}.$$

» On trouverait pour prix de cette rente 14,7028; tandis que la même rente évaluée à 4 pour 100, selon la loi de l'intérêt composé, vaudrait 14,4747.

» *Il n'y aurait plus de consolidés, mais seulement des rentes amortissables.*

» La loi s'applique du reste aisément, quel que soit le degré de généralité avec lequel on envisage les problèmes financiers.

» Voici un exemple :

» Une Compagnie contracte un emprunt S, à rembourser en vingt-cinq ans. Elle émet, pour cela, des obligations d'une valeur nominale v. L'intérêt annuel qu'elles produisent, sous forme de coupons, est du 3 pour 100, à maximum μ. La dette doit être remboursée avec des annuités paraboliques. Quel est le prix d'émission et quelle doit être la valeur de l'annuité nécessaire pour le service des intérêts et du remboursement, en supposant que la Compagnie veuille payer, tout compris, le 4 pour 100 à maximum 8.

» La solution ne présente pas de difficulté. Voir la brochure que j'ai l'honneur d'offrir à l'Académie. »

ÉLECTRICITÉ. — *Généralisation de formules d'Électromagnétisme.* Note de M. VASCHY.

« Je vais reprendre, pour les généraliser, des propositions démontrées dans ma Note du 28 décembre 1896. Soient $\overline{h'}$ l'intensité d'un champ magnétique quelconque; X', Y', Z' ses composantes; μ'_x, μ'_y, μ'_z les composantes d'un vecteur $\overline{\mu'}$ définies par les formules

$$(1)\quad \frac{\partial Y'}{\partial z} - \frac{\partial Z'}{\partial y} = 4\pi\mu'_x, \qquad \frac{\partial Z'}{\partial x} - \frac{\partial X'}{\partial z} = 4\pi\mu'_y, \qquad \frac{\partial X'}{\partial y} - \frac{\partial Y'}{\partial x} = 4\pi\mu'_z,$$

d'où l'identité

$$(2)\qquad \frac{\partial \mu'_x}{\partial x} + \frac{\partial \mu'_y}{\partial y} + \frac{\partial \mu'_z}{\partial z} = 0.$$

D'après ma Note citée

$$(3)\qquad \delta\varpi + \delta W = \tfrac{1}{2}\Sigma I\,\delta\Phi,$$

$\delta\varpi$, δW et $\delta\Phi$ désignant le travail des forces magnétiques, la variation de l'énergie magnétique W et la variation du flux moyen d'induction magnétique Φ à travers le circuit du courant I, pendant le temps dt.

» On supposera désormais la densité $\bar{i}$ du courant remplacée par $\overline{\mu'}$ dans I et Φ. On a ainsi la formule généralisée, démontrable directement, où $\overline{\mu'}$ n'est égal à $\bar{i}$ que dans le cas d'un courant permanent. Dans l'état variable du champ, $\bar{i}$ ne satisfait point aux équations (2) et (3).

» Les formules (1) montrent que si $\mu' = 0$ dans une région, le champ y admet un potentiel magnétique; là où $\overline{\mu'}$ est différent de zéro, il n'y a pas de potentiel. S'il existe une région à potentiel non uniforme, il y en a une au moins où le potentiel n'existe pas. En effet, si l'intégrale

$$\int_C h'\,ds\cos(h', ds),$$

le long d'un contour fermé C, a une valeur E, d'après l'identité de Stokes, il y a au moins un élément fini de la surface d'un feuillet de C où le vecteur $\overline{\mu'}$ existe, et il en est de même pour les feuillets voisins. Les régions à potentiel fournissent seules des termes tous nuls à la somme $\Sigma I\,\delta\Phi$.

» Pour un champ électrique dont l'intensité est $\overline{h}(XYZ)$, les formules (1), (2), (3) subsistent en y remplaçant k', $\overline{h'}$ et $\overline{\mu'}$ par k, $\overline{h}$ et $\overline{\mu}$. Si $\mu = 0$ dans une région, le champ y admet un potentiel électrique. Lorsque le potentiel n'est pas uniforme, il existe au moins une région privée de potentiel. Les régions à potentiel donnent seules des termes tous nuls à la somme $\frac{1}{2}\Sigma I\,\delta\Phi$, qui est égale au $(\delta\mathfrak{E} + \delta W)$ électrique.

» *Lois des transformations d'énergies.* — L'énergie calorifique dégagée suivant la loi de Joule, dans une région U d'un champ magnétique, et la perte éprouvée par l'énergie électrique W existante en U sont égales dans un même temps dt. Cette transformation de l'énergie électrique en chaleur a lieu dans chaque élément de volume du avec une rapidité constante

$$-\frac{1}{w}\frac{\partial w}{\partial t} = \frac{2}{\theta},$$

qui est un coefficient spécifique du conducteur (analogie avec l'énergie élastique, qui se transforme en chaleur). Dans un milieu homogène où existe un potentiel V, on aura

$$w = w_0 e^{-\frac{2t}{\theta}}, \qquad h = h_0 e^{-\frac{t}{\theta}}, \qquad V = V_0(x, y, z) e^{-\frac{t}{\theta}}.$$

» Si plusieurs conducteurs et un électrolyte forment un circuit fermé, il se produit un courant I que l'on supposera permanent. Une transformation d'énergie électrique $(-dW > 0)$ en chaleur $[-(\Pi + \Theta) I\,dt > 0]$ ou la transformation inverse ont lieu aux surfaces de contact des conducteurs et dans leur volume (effets Peltier et Thomson réversibles). Aux électrodes, il y a l'effet Peltier et transformation d'énergie électrique en énergie chimique $(-AI\,dt > 0)$ ou transformation inverse, s'il y a réversibilité. Les coefficients Π, Θ, A sont appelés *forces électromotrices*. L'étude de l'électrocapillarité (travaux de M. Lippmann) nous montre un phénomène réversible d'électrolyse, l'effet chimique est le même qu'aux électrodes; peut-être y a-t-il aussi un effet Peltier? Enfin, on démontre que, par suite de l'existence du vecteur magnétique $\overline{\mu'}$ égal à $\overline{i}$, la perte d'énergie électrique $hi\,dt\,du$ dans un volume du par l'effet Joule est réparée instantanément. Lorsque le courant n'est point permanent, l'existence du vecteur $\overline{\mu'}$ dans le volume du donne lieu à une variation de l'énergie électrique égale à $h\mu' \cos(h, \mu')\,dt\,du$ dans un temps dt, laquelle se superpose à la perte $hi\,dt\,du$.

» L'énergie magnétique ne se transforme en chaleur dans aucun corps, sauf, peut-être, les métaux magnétiques. Elle peut se transformer en

énergie électrique et réciproquement (analogie avec la force vive qui peut se transformer en énergie élastique, non en chaleur). L'existence du vecteur électrique $\overline{\mu}$ dans un volume du y fait varier l'énergie magnétique de $d\left(\frac{1}{8\pi}k'h'^2\right)du = -h'\mu\cos(h', \mu)\,dt\,du$ dans un temps dt. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la conductibilité moléculaire des sels en dissolution étendue.* Note de M. P. **Joubin**, présentée par M. Mascart.

« La conductibilité moléculaire limite a la même valeur pour un certain nombre de sels en dissolution : telle est la loi qu'a établie expérimentalement M. Bouty. D'autres physiciens, M. Kohlrausch en particulier, sont arrivés à des résultats différents. On peut cependant montrer que l'énoncé de M. Bouty conduit à une conséquence qui semble en confirmer l'exactitude. M. Bouty prend une solution de chlorure de potassium à 1 molécule ($74^{gr},5$) par litre, c'est-à-dire $74^{mgr},5$ par centimètre cube, dont la résistance spécifique est de $15^{ohms},41$. En partant de ce nombre, il trouve que la résistance moléculaire limite en est sensiblement les $\frac{8}{10}$. Imaginons que la molécule prise pour unité soit, non pas la molécule chimique $74^{gr},5$, mais la molécule électrochimique C.G.S., c'est-à-dire que la dissolution contienne $7^{mgr},7$ environ par centimètre cube ; la résistance moléculaire limite sera sensiblement 125 ohms par centimètre cube, c'est-à-dire à peu près $\frac{4\pi}{3}\cdot 3\,10^{10}$ unités C.G.S. électromagnétiques.

» Ceci posé, on peut se représenter ainsi le phénomène : supposons, dans la cuve à électrolyse, deux larges électrodes parallèles ; on peut les considérer comme recouvertes d'une couche d'électricité produisant entre elles un champ uniforme h, dont l'expression est

$$h = \rho i,$$

en appelant ρ la résistance spécifique de la dissolution et i la densité du courant.

» Or la notion de conductibilité moléculaire limite exprime que, lorsque la dilution est suffisante, les molécules salines sont indépendantes les unes des autres. Supposons, ce qui n'est qu'approximatif, mais suffisant pour le raisonnement, qu'il en soit déjà ainsi pour une dissolution contenant 1 molécule par centimètre cube. Dans l'équation précédente, ρ représentera

donc la conductibilité moléculaire limite; quant au courant i, nous pouvons nous le représenter comme une quantité d'électricité i transportée par l'ion sur l'électrode correspondante; on aura donc

$$h = \frac{4\pi}{3} 3 10^{10}. i.$$

» Le courant i est exprimé en unités électromagnétiques; le champ h en unités électrostatiques; évaluons-le en unités électromagnétiques; nous aurons simplement

$$h = \frac{4\pi}{3} i, \qquad \text{d'où} \qquad i = \frac{3}{4\pi} h.$$

» Or cette charge est précisément celle que prend une petite sphère conductrice, de section égale à l'unité, dans le champ h, à la condition que d'autres sphères voisines ne réagissent pas sur elle. On sera d'autant plus près de cet état d'indépendance que la dilution sera plus grande et la résistance moléculaire plus rapprochée de sa limite. Autrement dit : soit un élément de volume de l'électrolyte, cylindrique, de base et de hauteur égales à l'unité, occupé par 1 molécule sphérique inscrite; *la quantité d'électricité que transporte cette molécule est celle qu'induit le champ uniforme dans lequel elle se trouve*. Remarquons que c'est la quantité qu'on eût choisie, *a priori*, pour une telle molécule; par suite, si l'on considère ce résultat comme une conséquence immédiate des théorèmes d'électricité statique, on est conduit à une définition théorique de l'équivalent électrochimique : *L'équivalent électrochimique d'un sel est le poids qui, dissous dans* 1^{cc} *d'eau, puis indéfiniment dilué, donne, pour la résistance moléculaire la limite* $4\pi . 10^{10}$ *unités électromagnétiques*. Le rapport des équivalents électrochimique et chimique est ainsi défini, *a priori*.

» Enfin, pour se représenter complètement le phénomène, il faut imaginer les deux ions, provenant de la rupture de la molécule saline, transportant sur l'électrode correspondante la couche de glissement qui vient d'être calculée. »

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *De la radiophotographie des parties molles de l'homme et des animaux*. Note de MM. **Remy** et **Contremoulin**, présentée par M. Marey.

« Nous avons l'honneur de présenter à l'Académie un nouveau résultat des recherches que nous poursuivons sur l'application des rayons X aux études anatomiques.

» A l'aide de préparations chimiques sur des cadavres d'homme et de grenouille, nous avons pu mettre les muscles, les ligaments et les tendons dans un état tel, qu'ils nous ont donné des images radiophotographiques.

» Le muscle projeté fait apparaître une teinte sombre qui en dessine tout l'ensemble; mais, dans les limites ainsi indiquées, on aperçoit des traits plus sombres qui appartiennent aux faisceaux musculaires. Le muscle est donc masqué par des faisceaux de stries longitudinales très nettement délimités.

» Les tendons musculaires se voient nettement pour divers muscles. Quelques ligaments interosseux sont dans les mêmes conditions.

» On aperçoit, sur la préparation de la main, les muscles de l'éminence thénar et ceux de l'éminence hypothénar, caractérisés par la direction oblique et transversale de leurs fibres. Le muscle interosseux qui s'insère au tubercule externe de la première phalange de l'index, les deux interosseux du médius sont tout à fait évidents dans leurs parties musculaires et tendineuses.

» On peut suivre les muscles de l'éminence thénar jusqu'à leurs insertions sur les os métacarpiens et sur les osselets du carpe.

» Avec la préparation que nous avons employée, les os se montrent avec une netteté plus grande que d'habitude; les sésamoïdes sont particulièrement visibles; on en découvre dans des régions tendineuses où ils étaient inconnus jusqu'ici, entre les deux phalanges du pouce, au niveau de l'index et du petit doigt.

» En observant bien, on découvre même les tendons des fléchisseurs commun, superficiel et profond. Le fléchisseur profond de l'index est celui qui porte un sésamoïde.

» Sur la grenouille, préparée par le même moyen, les muscles et même les *faisceaux* musculaires sont très visibles.

» De plus, sur cet animal, qui a été préparé en totalité, nous avons obtenu une image du cristallin et des enveloppes de l'œil.

» Pour arriver à ces résultats, nous nous sommes inspirés des récentes recherches des histologistes sur le système nerveux; nous avons cherché et obtenu un précipité de chromate d'argent à la surface et dans l'épaisseur des tissus. »

STÉRÉOCHIMIE. — *Isomérie de structure et pouvoir rotatoire*. Note de MM. Ph.-A. Guye et J. Guerchgorine, présentée par M. Friedel.

« 1. L'étude comparée des pouvoirs rotatoires de corps isomères de structure simple a déjà fait l'objet de plusieurs observations, notamment de la part de M. Freundler (¹) et de M. Frankland et de ses élèves (²). L'un de

(¹) Freundler, *Thèse*, Paris, 1894. *Bull. Soc. chim.*, 3e série, t. XI, p. 336.
(²) Frankland et Mac Gregor, *Journ. of the chem. Soc.*, p. 1415; 1893.

nous ([1]) avait aussi publié, en 1894, quelques mesures sur ce sujet; ces recherches, momentanément interrompues, ont été reprises; nous en consignons aujourd'hui les principaux résultats.

» Jusqu'à présent, nous nous sommes bornés à étudier quelques séries d'isomères propyliques et butyliques, contenant tous le groupement dissymétrique des composés amyliques $\equiv C - CH\langle^{CH^3}_{C^2H^5}$. Ce sont : 1° les valérates d'amyle, dérivés des trois acides valériques isomériques, faisant suite aux butyrates et isobutyrates d'amyle obtenus antérieurement; 2° les valérates propyliques et butyliques, obtenus au moyen de l'acide valérique actif; 3° les caproates propyliques et butyliques, préparés avec l'acide caproïque actif de synthèse, tel qu'on l'obtient par décomposition de l'acide amylmalonique actif.

» Tous ces dérivés ont été préparés à partir de l'alcool actif de Claudon; leurs propriétés optiques ne sont cependant pas toutes comparables à celles des autres corps amyliques étudiés antérieurement.

» En voici la raison : afin de pouvoir comparer les éthers secondaires avec leurs isomères primaires, nous avons été obligés d'adopter un mode de préparation uniforme ; dans ce cas, le procédé consistant à faire réagir les chlorures d'acide sur les alcools était évidemment indiqué ; c'est, en effet, celui que nous avons suivi. Mais, contre notre attente, et sans que nous en ayons bien constaté la cause, la transformation des acides valérique et caproïque en chlorures correspondants a été accompagnée d'une racémisation partielle de ces corps, surtout en ce qui concerne le chlorure de valéryle. Néanmoins, comme tous les éthers d'une même série ont été obtenus avec un chlorure provenant d'une préparation unique, les résultats sont comparables entre eux. Cette remarque ne s'applique pas aux éthers amyliques de la première série (valérates d'amyle) dont les pouvoirs rotatoires sont comparables à ceux des corps de la même série obtenus antérieurement.

» 2. Nos résultats sont consignés dans le Tableau suivant ; R. M. indique la réfraction moléculaire estimée au moyen de la formule en n^2 :

	P. E. H = 727 (moy. à Genève).	R. M. Obs.	R. M. Calc.	Densités entre 15° et 20°.	Rotations spécifiques. $[\alpha]_D$.
Valérate n. d'amyle........	196-199	49,69	50,00	0,8629	+2,99
Isovalérate d'amyle........	190-190,5	50,05	50,00	0,8553	+2,69

([1]) Guye, *Bull. Soc. chim.*, 3e série, t. XI, p. 1110.

	P. E. H = 727 (moy. à Genève).	R. M. Obs.	R. M. Calc.	Densités entre 15° et 20°.	Rotations spécifiques. $[\alpha]_D$.
Valérate racémique d'amyle.	190-195	50,58	50,00	0,8607	+3,02
Valér. act. de propyle n....	154-157	40,80	40,79	0,8653	+1,99
» d'isopropyle.....	140-144	40,90	40,79	0,8510	+2,54
» de butyle n. ...	171-176	45,31	45,39	0,8643	+1,86
» d'isobutyle......	161-165	45,30	45,39	0,8565	+1,41
» de butyle sec....	164-167	45,48	45,39	0,8534	+2,12
» d'amyle rac.....	186-188,5	50,40	50,00	0,8548	+1,42
Caproate de propyle n......	198-200	49,99	50,00	0,8688	+1,87
» d'isopropyle......	184-186	49,88	50,00	0,8650	+2,10
» de butyle n.......	215°	54,49	54,60	0,8668	+1,61
» d'isobutyle.......	208-210	54,36	54,60	0,8653	+1,28
» de butyle sec.....	190-200	54,10	54,60	0,8656	+1,88

» Les éthers de la première série, dont les formules sont

$$CH^3.CH^2.CH^2.CH^2.COOC^5H^{11},$$

$$\begin{matrix}CH^3\\CH^3\end{matrix}\!>\!CH\text{-}CH^2\text{-}COOC^5H^{11}, \qquad \begin{matrix}CH^3\\C^2H^5\end{matrix}\!>\!CH\text{-}COOC^5H^{11},$$

permettent de comparer l'action respective des radicaux butyliques : butylique normal, isobutylique et butylique secondaire, qui entrent dans les formules des acides valériques isomères. En tenant compte du fait que les pouvoirs rotatoires des éthers amyliques sont décroissants depuis le propionate d'amyle, on conclut des données ci-dessus que le groupement isobutyle se comporte comme plus lourd que le butyle, et celui-ci comme plus lourd que le butyle secondaire.

» Les rapports qui existent entre les pouvoirs rotatoires des éthers butyliques, dérivés de l'acide valérique actif et de l'acide caproïque (2e et 3e séries), conduisent à la même conclusion.

» En ce qui concerne les radicaux propyliques, l'étude des éthers des deux dernières séries indique que le radical propyle se compose comme s'il était plus lourd que l'isopropyle, à la condition toutefois de tenir compte du caractère décroissant des pouvoirs rotatoires dans ces deux séries. Ceci est la confirmation des résultats publiés antérieurement par l'un de nous, qui avait trouvé pour pouvoirs rotatoires des butyrates et isobutyrates d'amyle [1] :

Butyrate : $CH^3\text{-}CH^2\text{-}CH^2\text{-}COOC^5H^{11}$ .... $[\alpha]_D = +2,76$

Isobutyrate : $\begin{matrix}CH^3\\CH^3\end{matrix}\!>\!CH\text{-}COOC^5H^{11}$ .... $[\alpha]_D = +3,05$

(1) D'après M. Walden (*Zeitschr. f. Phys. Chem.*, t. XV, p. 644), le butyrate

» *En résumé,* il résulte de ces recherches qu'on connaît actuellement trois séries d'isomères propyliques et trois séries d'isomères butyliques parmi les corps dérivés de l'alcool amylique actif.

» Si l'on tient compte du caractère décroissant des pouvoirs rotatoires dans chacune de ces séries, on en conclut que dans toutes ces séries le groupe propyle se comporte comme plus lourd que le groupe isopropyle; qu'enfin le groupe isobutyle agit comme plus lourd que le butyle normal, et celui-ci comme plus lourd que le butyle secondaire ([1]). »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Constitution des combinaisons de l'antipyrine avec les phénols.* Note de M. G. **Patein**, présentée par M. Arm. Gautier.

« Dans la série de Notes que j'ai publiées, seul ou en collaboration avec M. Dufau, *sur les combinaisons de l'antipyrine avec les phénols*, j'ai montré la nature de ces combinaisons, dans lesquelles le noyau de l'antipyrine et le phénol, ayant conservé leur aptitude à se reformer sous l'influence des bases étendues, n'ont pas subi de liaisons de carbone à carbone; l'union doit donc se faire par l'un des atomes d'azote trivalent devenu pentavalent. Mais, sur lequel des deux atomes d'azote se fait cette fixation du phénol? J'avais admis théoriquement, ainsi que Béhal l'a fait pour le chloral, que le phénol se fixe sur l'azote 2, le plus électropositif comme uni à un groupe *méthyle* et plus éloigné du groupe cétonique 5. Pour démontrer le fait expérimentalement, j'ai cherché comment se comporte, vis-à-vis des phénols, la *monométhylphénylpyrazolone* dans laquelle l'azote 2 a des liaisons différentes de celles de l'azote correspondant de l'antipyrine.

» β-*Naphtol et monométhylphénylpyrazolone.* — On a dissous dans l'alcool 1gr,44 de naphtol et 1gr,74 de pyrazolone monométhylée, ce qui correspond à une molécule de chacun des deux corps. La solution abandonnée à l'évaporation spontanée a donné une masse sirupeuse contenant des cristaux qui ont été isolés par lavages à l'éther. L'examen de ces cristaux, dont le point de fusion était 128°-130°, a montré

---

serait plus actif que l'isobutyrate. A notre demande, ce savant a bien voulu soumettre ses deux échantillons à l'action de l'anhydride phosphorique, seul moyen d'enlever les dernières traces d'alcool amylique actif (*Bull. de la Soc. chim.*, 3e série, t. XV, p. 279), et nous a confirmé que l'isobutyrate est, comme nous l'indiquons, plus actif que le butyrate.

([1]) Genève, laboratoire de Chimie de l'Université.

qu'ils n'étaient autre chose que de la monométhylphénylpyrazolone, et, comme leur poids dépassait la moitié de celui de la pyrazolone employée, il faut conclure que les deux corps ne se combinent pas molécule à molécule. En doublant le poids du naphtol, on augmente la solubilité de la pyrazolone dans l'éther, jusqu'à rendre toute séparation des deux corps impossible par le liquide, mais la cristallisation fractionnée ne donne que des mélanges en proportions variables de β-naphtol et de pyrazolone. Il ne se forme donc pas de combinaison. Je rappelle que, dans les mêmes conditions, la combinaison avec la diméthylphénylpyrazolone se fait immédiatement et intégralement.

» *Résorcine et monométhylphénylpyrazolone.* — On a mis de la *pyrazolone* dans un tube à essai avec très peu d'eau et on a ajouté de la *résorcine* jusqu'à dissolution parfaite de la pyrazolone. Il a fallu pour cela un poids de résorcine correspondant à plus de quatre molécules; par l'eau, le liquide se trouble et devient laiteux; mais le trouble disparaît si l'on ajoute une plus grande quantité d'eau, en chauffant légèrement. La solution ainsi obtenue est laissée au repos pendant plusieurs jours. Il s'y forme de beaux cristaux qui, séparés et lavés à l'éther, ont été reconnus comme étant de la *monométhylphénylpyrazolone* pure. Malgré l'excès de résorcine, il se sépare donc de la pyrozolone libre; il n'y a pas combinaison. Si l'excès de résorcine est encore plus grand, l'addition d'eau ne produit de précipité à aucun moment et il ne se sépare pas de cristaux. La résorcine n'agit donc que comme dissolvant.

» *Hydroquinone et monométhylphénylpyrazolone.* — L'*hydroquinone* se comporte comme la résorcine. On place dans un tube à essai 1gr de *pyrazolone*, 4gr d'*hydroquinone* et de l'eau; à l'ébullition on obtient une solution limpide; mais, par refroidissement, il se précipite un mélange de cristaux, duquel l'éther permet d'isoler de la monométhylphénylpyrazolone. Si l'excès d'hydroquinone est moins considérable, on n'arrive pas à dissoudre la pyrazolone dans l'eau bouillante. L'hydroquinone n'agit donc ainsi que comme dissolvant.

» *Acide salicylique et monométhylphénylpyrazolone.* — On a fait dissoudre dans l'alcool 1gr,75 de *pyrazolone* et 1gr,40 d'*acide salicylique*, ce qui correspond à une molécule de chacun des deux corps. Par évaporation spontanée, on sépare, grâce à une cristallisation fractionnée, les différentes portions; c'étaient des mélanges de quantités variables de pyrazolone et d'acide salicylique. Au moyen de l'éther on a pu isoler 0gr,80 de *monométhylphénylpyrazolone* pure. En doublant la proportion d'acide salicylique, on augmente la solubilité de la pyrazolone dans l'éther, mais on peut encore, à l'aide de ce liquide, isoler de la pyrazolone libre. L'acide salicylique ne se combine donc pas à la monométhylphénylpyrazolone; il n'a qu'une action dissolvante.

» *Conclusions.* — Il nous est donc permis de conclure que :

» 1° La monométhylphénylpyrazolone ne se combine ni aux phénols, ni aux acides phénols;

» 2° Des deux atomes d'azote de l'antipyrine, l'azote 1 étant entièrement dans les mêmes rapports dans les molécules de diméthylpyrazolone et de monométhylpyrazolone, c'est par l'azote 2 que l'antipyrine fixe les phénols;

» 3° L'existence des combinaisons de l'antipyrine et des phénols est

inconciliable avec la supposition de E. von Meyer (1), d'après laquelle l'antipyrine pourrait être considérée comme une sorte de bétaïne ayant la constitution suivante :

$$\begin{array}{ccccc} & & Az - C^6H^5 & & \\ & \swarrow & & \searrow & \\ CH^3 - Az & - & O & - & C \\ \| & & & & \| \\ CH^3 - C & - & - & - & CH \end{array}$$

» Une telle combinaison ne pourrait évidemment pas fixer de phénols. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le dosage de la lipase.* Note de MM. **Hanriot** et **L. Camus**, présentée par M. Arm. Gautier.

« Dans des Notes antérieures, l'un de nous a établi la présence dans le sang d'un ferment saponifiant, la *lipase*, et a montré que l'activité de ce ferment était susceptible de varier dans différentes conditions. Il y avait donc intérêt à préciser les conditions du dosage de ce ferment, ce que nous cherchons à établir dans la présente Note.

» Le pouvoir saponifiant d'une solution de lipase peut tenir à deux causes bien distinctes : la quantité de ferment qui existe dans la solution, et l'activité spécifique de cette zymase. Nous n'avons pour le moment aucun moyen de dissocier ces deux facteurs, mais, quand il s'agit d'un même sérum, l'activité spécifique est constante et les variations que l'on observe dépendent uniquement de la quantité de ferment.

» Aussi toutes les expériences que nous allons relater ont été effectuées avec un sérum, celui du cheval, qu'il est facile de se procurer en grande quantité et qui s'est montré le plus actif de tous ceux que nous avons étudiés. Nous l'avons recueilli aseptiquement et enfermé dans des ampoules scellées. Depuis près de deux mois qu'il a été recueilli son activité lipasique n'a pas varié, comme le montrent les chiffres suivants qui expriment son activité :

12 décembre	13,5
5 janvier	13,5
17 janvier	15
1 février	13,5

(1) *Journ. für prakt. Ch.*, t. LIV, p. 177.

» Nous voyons donc que le ferment se conserve sans altération dans le sérum, au moins dans les limites de temps que nous indiquons, et que l'on peut comparer l'un à l'autre deux échantillons de sérum recueillis à des époques différentes.

» I. Pour doser la lipase, nous déterminons la quantité de monobutyrine saponifiée par le ferment. Nous nous sommes d'abord demandé si la quantité de butyrine mise en œuvre, ou la glycérine et le butyrate de soude qui sont ses produits de dédoublement, avaient une influence sur la marche de la réaction. De nombreuses expériences nous ont montré que la glycérine et le butyrate de sodium étaient sans action même à des doses bien supérieures à celles que peut produire la réaction. Quant à la monobutyrine, elle a une influence faible, mais qu'il est en tous cas facile d'éliminer en se servant de solutions toujours au même titre.

» II. La température possède au contraire une influence considérable sur l'activité de la lipase. Cette activité croît depuis 0° jusque vers 50° et décroît ensuite jusqu'à la température de destruction du ferment

Température de la réaction.	Quantités saponifiées en 10 minutes.	en 1 heure.
0°	4,5	13,5
10	»	»
20	6,7	29,3
25	10,1	35
37	13,5	39,5
40	16,9	56,5
50	22,6	71,2
60	27,1	36,1
70	22,6	22,6

» Pour déterminer l'action des températures élevées sur le ferment, nous chauffions du sérum seul pendant une heure à chacune de ces températures, puis nous établissions l'activité à 37° de ce sérum ainsi modifié :

Température de chauffe du sérum.	Activité.
50°-55°	41,5
60-62	6,7
65-66	Action presque nulle
70-72	Plus d'action.

» Ces expériences nous montrent donc que dans le sérum normal la lipase conserve son activité intacte jusque vers 55°, mais qu'elle disparaît presque brusquement aux environs de 60° pour cesser entièrement à 72°.

» III. Si l'on a soin de maintenir constantes la température et la durée de la réaction, en faisant varier les doses de sérum ajoutées, on voit que, au moins pour des

temps courts, l'activité est proportionnelle à la quantité de sérum ajoutée, ce qui revient à dire, à la quantité de lipase :

Temps.	$0^{cc},5$.	1^{cc}.	$1^{cc},5$.	2^{cc}.
20^m	6	11	16	22
1^h	12,5	25	37	48
1^h30	20	36	53	62
2^h	30	54	73	66

» Cette proportionnalité cesse lorsque la température et la durée de la réaction augmentent; les chiffres obtenus tendent vers une même limite indépendante de la quantité de sérum ajoutée.

» Cette donnée est fort importante : nous espérons qu'elle nous permettra de mesurer l'activité spécifique du ferment, indépendamment de la quantité qui en existe dans la solution. De nouvelles recherches sont entreprises sur ce point spécial.

» Ayant ainsi déterminé les conditions qui font varier l'activité d'une solution de lipase, nous sommes en mesure de préciser les conditions les meilleures pour le dosage de ce ferment.

» Nous exprimerons son activité en millionièmes de molécule d'acide mis en liberté pendant vingt minutes à la température de 25°. Ainsi en agissant sur la monobutyrine, 1^{cc} de sérum d'activité 33 mettrait en liberté, à 25° et pendant vingt minutes, une quantité d'acide butyrique (de poids moléculaire 88) $\frac{33 \times 88}{1\,000\,000}$.

» On voit que cette activité sera directement mesurée par le nombre de gouttes d'une solution de carbonate de soude, telles que chacune d'elles sature 0,000001 de molécule d'acide. Si la burette que l'on emploie donne exactement 20 gouttes au centimètre cube, la solution de carbonate de soude devra renfermer $2^{gr},12$ de CO^3Na^2 par litre. La solution devrait être modifiée proportionnellement si la burette ne donnait pas 20 gouttes par centimètre cube.

» Pour effectuer le dosage de l'activité lipasique d'un liquide, on en prend donc 1^{cc} que l'on ajoute à 10^{cc} d'une solution de monobutyrine à 1 pour 100; on ajoute de la phtaléine et l'on sature exactement par le carbonate sodique, on chauffe vingt minutes à 25° et l'on sature de nouveau par la solution de CO^3Na^2 indiquée plus haut; le nombre de gouttes de cette solution mesure l'activité lipasique de la solution. »

ANATOMIE. — *Sur une nouvelle méthode de préparation des pièces anatomiques.* Note de M. le Dr N. **Melnikoff-Rasvédenkoff**, présentée par M. Schützenberger.

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie une nouvelle méthode de préparation des pièces anatomiques.

» Voici le résumé de la méthode, d'abord suivie :

» 1. Traitement des organes à la formaline concentrée (40 pour 100 de formaldéhyde).

» 2. Traitement à l'alcool à 95°, ce qui révèle, d'une manière très complète, la coloration primitive.

» 3. Conservation des préparations dans une solution glycérino-aqueuse d'acétate de potasse qui fixe et reconstitue définitivement la coloration première.

» On ne saurait enfin assez recommander l'inclusion des préparations dans la gélatine, avec addition d'acétate de potasse.

» Des recherches ultérieures ont apporté à cette méthode certains perfectionnements, et les nouveaux procédés ont donné d'excellents résultats.

» 1. Les organes frais sont soumis, pendant vingt-quatre à quarante-huit heures, à l'action d'une solution aqueuse à 10 pour 100 de formaline (solution de 40 pour 100 de formaldéhyde), à laquelle on ajoute 5 à 10 pour 100 d'hydrogène sulfuré, ou bien 0,5 à 1 pour 100 de bioxyde d'hydrogène, et transportés ensuite pour plusieurs jours dans de l'alcool à 60-80 pour 100; après quoi on les met dans un liquide composé de la façon suivante : 100 parties d'eau distillée, 20 parties de glycérine et 15 parties d'acétate de potasse.

» 2. On obtient également de belles préparations en traitant au préalable les organes par une solution de formaline à 10 pour 100, à laquelle on ajoute de petites quantités de substances, telles que l'hydroquinone, l'hydroxylamine, la pyrocatéchine, la glycine et le chlorate potassique. Ensuite, on opère comme ci-dessus, c'est-à-dire en traitant les pièces par l'alcool et la solution glycérino-aqueuse de l'acétate de potasse.

» 3. On réussit enfin à faire des préparations très nettes en ajoutant à la solution de 10 pour 100 de la formaline des sels acétiques suivants dans la proportion de 3 à 4 pour 100 : acétates de soude, de potasse, d'aluminium, d'ammonium, de calcium, de baryum, de magnésium, de strontium, de nickel, de manganèse; après quoi on opère de la façon déjà indiquée, c'est-à-dire en traitant les préparations par l'alcool et la solution d'acétate de potasse.

» Tout ceci nous montre que la coloration des organes frais est fixée non

seulement par la formaline elle-même, mais aussi par ses solutions. Pour traiter les pièces par une de ces solutions, on les place dans un bocal sur une couche de ouate.

» Il est à noter que les solutions du n° 3 donnent des colorations très vives et très intenses, tandis qu'avec celles du n° 2 on obtient des nuances trop foncées. Aussi est-il préférable de combiner ces deux catégories de solutions. On peut surtout recommander la combinaison suivante : acétate de potasse, 3,0; chlorate potassique, 0,5; formaline, 10,0; eau, 100,0.

» Pour conserver les préparations, on emploie une solution de 20 parties de glycérine, 15 d'acétate de potasse, 100 d'eau distillée. Les pièces sont placées dans des bocaux en verre à parois parallèles (pièces en bocal). On pratique aussi l'inclusion à la gélatine dans des boîtes en verre (pièces en écrin) et dans des cristallisoirs (pièces montées en tableau).

» Les phénomènes chimiques qui se passent dans cette préparation des pièces anatomiques consistent en une décomposition, sous l'influence des solutions de formaline, de l'hémoglobine en albumine et méthémoglobine. Cette dernière se transforme, par l'action de l'alcool, en un pigment résistant qui se rapproche, par sa coloration, de l'oxyhémoglobine. Ce pigment, qui est l'hématine neutre précipitée, possède, d'après les recherches de M. le Dr P. Minakoff (*Revue de Médecine,* dirigée par M. Sprimon, n° 1, 1897), les propriétés suivantes : il n'est altéré ni par l'alcool, fort ou étendu, ni par la glycérine, ni par les solutions neutres du potassium et du sodium; il se conserve dans l'alcool et la glycérine légèrement acidulés; dans les liquides très acides il devient brun en se transformant en hématine acide. L'analyse spectrale du précipité neutre d'hématine montre deux bandes d'absorption entre les raies D et E. Ces bandes diffèrent de celles d'oxyhémoglobine : 1° en ce qu'elles sont situées plus à droite vers la partie violette du spectre et coïncident avec les bandes de l'hémoglobine oxycarbonée; 2° en ce qu'il n'existe pas entre elles d'intervalle clair bien prononcé, comme dans le cas de l'oxyhémoglobine, mais elles sont réunies entre elles par une partie plus ou moins obscure. Les bases et les acides forts dissolvent l'hématine neutre qui se précipite de nouveau par la neutralisation des solutions alcooliques, acides et basiques, avec les mêmes propriétés qu'auparavant.

» Dix-huit mois se sont écoulés depuis la préparation de nos premières pièces et jusqu'à présent elles n'ont en rien changé de coloration. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Séparation de la glycérine dans les vins par entraînement au moyen de la vapeur d'eau.* Note de MM. **F. Bordas** et **Sig. de Raczkowski**, présentée par M. Schützenberger.

« Dans une Note, communiquée à l'Académie le 14 décembre 1896, nous avons montré qu'on pouvait doser la glycérine en solution aqueuse étendue avec une solution de bichromate de potasse cristallisé pur à 48^{gr} par litre. En effet, on observe qu'il se produit une teinte jaune ou vert bleuâtre, lorsqu'on verse le bichromate dans la solution glycérinée, suivant que c'est le bichromate ou la glycérine qui se trouve en excès, et que la teinte intermédiaire est parfaitement appréciable dans les limites de dilution que nous indiquons.

» Ce moyen de dosage ne peut évidemment s'appliquer que dans le cas où la glycérine se trouve isolée. Les divers éléments contenus dans le vin, tels que l'alcool, le tanin, le glucose, certains acides organiques, etc., sont autant d'agents qui, réduisant l'acide chromique comme la glycérine ellemême, fausseraient absolument le dosage de cette dernière si on l'effectuait directement sur le vin décoloré par le noir animal ou par le sous-acétate de plomb.

» La plupart des procédés adoptés jusqu'à ce jour reposent sur la solubilité de la glycérine dans un mélange d'alcool et d'éther, pour ne parler que de ceux-là; car, dernièrement, M. Partheil a proposé un appareil pour séparer la glycérine dans les vins par distillation dans le vide, distillation qui s'effectue à 180° dans les conditions de pression qu'il indique.

» Le procédé qui fait l'objet de cette Communication nous semble présenter toutes les garanties désirables, tout en étant, relativement aux autres, d'une application simple et rapide et pouvant s'effectuer avec une petite quantité de vin.

» *Principe du procédé.* — On introduit 50^{cc} ou même 25^{cc} de vin, préalablement neutralisé avec de la potasse, dans un ballon à fond rond d'environ 300^{cc} plongeant jusqu'au col dans un bain-marie contenant une solution saturée de sel marin. On chasse l'alcool et l'eau en chauffant progressivement le bain-marie jusqu'à ce que la température atteigne 110° et en faisant un appel d'air à l'aide d'une trompe à vide. L'opération demande environ une demi-heure; on s'aperçoit d'ailleurs qu'elle est terminée lorsque le tube de dégagement est froid. On fait alors passer un courant de vapeur d'eau pendant trois heures en continuant l'appel d'air, mais en le modérant de

façon que le passage de la vapeur ne soit pas trop rapide, car c'est le contact de cette vapeur et non la quantité qui produit l'entraînement complet de la glycérine.

» Le distillatum, alcool, eau et glycérine, est recueilli dans deux flacons de Wolf d'environ 250^{cc}; mais l'élévation de température de ces deux flacons est suffisante pour que l'alcool soit intégralement chassé ainsi qu'une grande partie de l'eau, tandis qu'elle est au contraire insuffisante pour qu'il y ait entraînement de la glycérine au delà du deuxième flacon.

» On réunit les liquides des deux flacons et l'on amène le volume, avec de l'eau distillée, à 500^{cc} ou à 250^{cc}, suivant qu'on a opéré sur 50^{cc} sur 25^{cc} de vin. Il ne reste plus qu'à effectuer le dosage de la glycérine en solution aqueuse, comme nous l'indiquons dans la Note citée précédemment.

» Nous ferons remarquer qu'il est préférable d'employer une solution de bichromate de potasse à 24^{gr} par litre, dont 1^{cc} = 0,0025 de glycérine. En abaissant le titre de la solution, on diminue les écarts possibles et l'on rend l'appréciation des teintes plus nette.

» Comme on le voit, l'opération est terminée au bout de *quatre heures*.

» *Résultats obtenus.* — Le produit distillé est absolument neutre et le résidu complètement sec.

» On trouve des résultats identiques en titrant une solution de glycérine avant et après distillation.

» Le passage d'un courant de vapeur d'eau pendant trois heures détermine l'entraînement complet de la glycérine, que celle-ci soit en solution aqueuse ou introduite dans du vin. Nous avons séparé ainsi jusqu'à 23^{gr} de glycérine par litre.

» Des dosages répétés plusieurs fois sur le même vin ont toujours donné des résultats identiques.

» En additionnant un vin, dont on avait préalablement titré la glycérine, de proportions déterminées de celle-ci, on a retrouvé les quantités ajoutées, et cela de 0,10 à 0,25 pour 1000 près, comme le montrent les chiffres suivants :

	Glycérine par litre.				
Vin nature	6,50	6,50	6,50	5,00	6,50
Glycérine ajoutée	0,00	1,60	3,20	4,16	16,50
Glycérine totale	6,50	8,10	9,70	9,16	23,00
Quantité trouvée	6,50	8,00	9,50	9,00	22,75
Écarts	0,00	0,10	0,20	0,16	0,25

» Enfin, nous avons effectué comparativement des dosages dans des vins par la méthode de M. Pasteur et par notre procédé, et nous avons trouvé des résultats concordants, souvent plus forts, ce qui est normal.

» Voici quelques chiffres :

	Glycérine pour 1000.									
Par la méthode Pasteur...	5,78	4,12	5,72	5,61	5,22	5,05	4,22	4,09	4,90	5,99
Par notre procédé........	6,00	4,50	6,50	6,50	5,50	5,50	5,50	5,10	5,50	7,00

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Contribution à l'étude de l'action du zinc sur les vins rouges.* Note de M. **L.-A. Levat.**

« Ayant appris qu'un viticulteur avait vu s'altérer le vin d'un fût dans lequel s'était trouvée une lame de zinc, j'ai institué, au laboratoire de l'École nationale d'Arts et Métiers d'Aix, une expérience tendant à déterminer l'action du zinc du commerce sur le vin rouge.

» Une lame de zinc du commerce de 1^{mm} d'épaisseur sur 25^{mm} de longueur et 15^{mm} de largeur a été introduite, le 11 décembre 1896, dans une bouteille contenant 1^{lit} de vin rouge : pareille bouteille, remplie du même vin, tiré du même fût a été placée à côté de la première. Les deux bouteilles ont été soigneusement bouchées et cachetées.

» Au bout de dix jours, le bouchon de la première bouteille sautait. Ayant introduit un tube à travers ce bouchon, je me suis convaincu que le gaz dégagé était de l'*hydrogène*. J'ai bouché à nouveau, et le bouchon cette fois a tenu jusqu'au 11 janvier 1897, date à laquelle j'ai retiré la lame de zinc de la première bouteille, à l'effet d'examiner comparativement les deux vins. La lame de zinc était décapée, brillante après essuyage au papier buvard, avec quelques granulations de sels zinciques adhérents.

» Voici le Tableau comparatif des propriétés de ces deux vins :

	Vin normal.	Vin dénaturé par le zinc.
Saveur..........	normale	styptique
Couleur..........	vineuse, normale	rouge, sale, couperosé
Poids spécifique...	1	1,004
Degré en alcool....	10,15	10,15
Extrait sec........	22	22,6
Tartre...........	1,30	1,25
Acidité totale.....	3,75	3
Cendres..........	4,35	5

» La teneur en alcool n'avait pas varié (¹).

» Il faut en conclure que le zinc dénature les vins rouges et les rend

(¹) Le vin normal contenait des *fleurs;* il n'y en avait pas traces dans le vin dénaturé. L'extrait sec de vin dénaturé présentait un reflet métallique, irisé ou bleuâtre par endroits.

toxiques ; le zinc doit être sévèrement proscrit du métal des robinets pour tonneaux, foudres, cuves et bacs vinaires. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Structure et mécanisme du bulbe chez les Mollusques.* Note de M. **Alexandre Amaudrut**, présentée par M. Edmond Perrier.

« Chez tous les Mollusques où le bulbe est bien développé, on peut considérer cet organe comme une modification de l'œsophage, formé, comme ce dernier, par des fibres musculaires longitudinales superficielles et par des fibres circulaires profondes.

» Les fibres superficielles sont déviées de leur direction primitive par l'apparition des mâchoires et des cartilages; leur puissance est en rapport avec le développement de ces parties dures.

» Les fibres circulaires forment un sphincter puissant, dans la partie antérieure du bulbe, mais en arrière, au niveau des cartilages, elles sont modifiées, pour former les muscles qui relient les cartilages à la membrane élastique. Je désigne ces muscles sous le nom de *tenseurs* et, d'après leur position, je les divise en *tenseurs supérieurs*, *latéraux* et *inférieurs*. Leur insertion sur la membrane élastique forme une ligne, à peu près continue, correspondant au pourtour de la partie étalée de la membrane élastique, cette partie étalée étant située, en partie au-dessus, en partie au-dessous de la pointe de la langue.

» Un autre muscle, également constant, part de la face antéro-externe des cartilages, se porte en avant, de haut en bas, dans les parois de la cavité buccale; son rôle est de diriger la pointe de la langue, de lui imprimer surtout un mouvement de haut en bas, dans les mouvements d'ensemble qu'elle doit exécuter en avant. J'appellerai ce muscle le *fléchisseur des cartilages*.

» Les muscles papillaires sont aussi constants que les précédents; les principaux relient la face supérieure de la papille à la face inférieure de l'orifice de l'œsophage dans le bulbe.

» Les modifications que présente la structure du bulbe, dans les différents groupes, portent sur le nombre, la forme et la disposition des cartilages, des mâchoires, des dents et des muscles extrinsèques, dits *rétracteurs du bulbe*.

» La fonction essentielle de l'appareil radulaire consiste à prendre les aliments au niveau de l'orifice buccal et à les porter à l'entrée de l'œso-

phage. Cette fonction étant générale, le mécanisme doit être expliqué par ces muscles constants.

» Le mécanisme au niveau du bulbe n'est que le début d'un mouvement qui doit se produire sur toute la longueur de l'œsophage, jusqu'à l'estomac. Comme on ne rencontre jamais d'aliments, ni dans la cavité buccale, ni dans l'œsophage, le passage de ceux-ci dans l'estomac doit se produire dans le temps qui sépare deux préhensions des aliments.

» Les muscles superficiels longitudinaux se contractent, tirent la langue en avant, la pointe de celle-ci s'abaisse sous l'effort du fléchisseur. Les fibres circulaires agissent ensuite et progressivement d'avant en arrière, le sphincter refoule d'abord la masse radulaire; la contraction gagne alors, et simultanément, tous les tenseurs (muscles circulaires modifiés). Sous l'effort du tenseur supérieur, dont la puissance est énorme, par rapport au tenseur inférieur, la pointe de la langue exécute un mouvement de rotation de bas en haut pour atteindre l'orifice de l'œsophage. Ainsi s'expliquent les mouvements de translation du bulbe et de rotation de la pointe de la langue, mouvements que l'on peut observer par transparence sur certains animaux vivants.

» Le passage du bol alimentaire, de la pointe de la langue dans l'œsophage, doit se faire de la manière suivante. En arrière de la région des muscles tenseurs, les fibres longitudinales superficielles se contractent, et, comme elles sont en continuité avec celles de l'œsophage, celui-ci se trouve tiré en avant. En même temps, un autre facteur intervient : la partie antérieure de la papille suit les mouvements de la région postérieure des cartilages et exécute un léger mouvement de haut en bas et d'avant en arrière; les muscles papillaires tirent alors sur la face inférieure de l'œsophage; l'entrée de celui-ci se dilate, et comme, à ce moment, l'orifice buccal est fermé, il en résulte un vide à la faveur duquel le bol alimentaire passe brusquement dans l'œsophage. La progression jusqu'à l'estomac se continue, comme chez les Vertébrés, par le jeu des muscles longitudinaux et circulaires.

» La papille ne préside pas aux mouvements du bulbe (Cuvier, C. Vogt, Yung, etc.); au contraire elle suit ces mouvements.

» Les mouvements de la radule ne sauraient non plus s'expliquer par un glissement sur les cartilages (Huxley, Geddes, Wegmann, etc.). La disposition des tenseurs rend ce mouvement impossible; du reste, tout mouvement dans ce sens serait nuisible à l'arrangement et à la solidité des dents de la radule.

» Les cartilages ne président pas aux mouvements de la langue (Semper, Malard, etc.). Ils sont entraînés dans les déplacements de celle-ci, mais jouent un rôle passif important : ils offrent la résistance nécessaire à la tension de la membrane élastique.

» Les rétracteurs extrinsèques du bulbe n'ont aucun rôle à jouer dans les mouvements propres de la langue (Cuvier, C. Vogt, Yung, Livon, Gibson, etc.). Ces muscles sont loin d'être constants. Leur puissance est en rapport avec les déplacements que le bulbe doit exécuter (animaux à trompe et Pulmonés, dont la tête peut être projetée assez loin en avant de la coquille). Ils fonctionnent seulement quand l'animal rétracte sa trompe ou sa tête et alors ils agissent comme directeurs.

» Le mécanisme que je viens de décrire s'applique à tous les Mollusques. Dans une prochaine Note, je me propose de montrer comment des modifications corrélatives peu importantes des cartilages, des dents, des mâchoires, etc., entraînent des changements profonds dans le régime. »

ZOOLOGIE. — *Sur une méthode de préparation des Rotateurs.* Note de M. **Nicolas de Zograf**, présentée par M. Edmond Perrier.

« Pendant mes études sur la structure, les fonctions et les relations des appareils de locomotion des Rotateurs, j'ai beaucoup regretté de ne pas pouvoir faire de préparations permettant la revision et le contrôle des recherches. Dans la dernière édition du *Traité de Microscopie technique* de MM. A. Lee et Henneguy, j'ai trouvé une remarque sur le mode de narcotisation de ces animaux par la cocaïne, leur fixation par l'acide osmique et leur conservation dans la formoline, d'après une méthode proposée par M. Rousselet.

» Après avoir répété le procédé de M. Rousselet, j'ai constaté, comme on pouvait le prévoir *a priori,* que la formoline ne conserve que pendant un temps très court, et j'ai essayé de combiner ce procédé avec le procédé de fixation et de conservation à l'aide de la réduction de l'osmium. Après quelques insuccès, j'ai réussi à trouver un procédé très facile et très commode.

» Je narcotise les Rotateurs, dans un verre de montre, par la solution de cocaïne chlorhydrique proposée par M. Rousselet, mais sans y ajouter d'alcool méthylique. J'ajoute cette solution goutte par goutte à une quantité minime de l'eau contenant les Rotateurs; quand les animaux cessent de faire des mouvements sans avoir contracté

leurs appareils ciliés, je verse une quantité considérable de la solution d'acide osmique (je dilue la solution de 1 pour 100 avec 4-5 volumes de l'eau distillée). Je laisse l'acide osmique agir sur les animaux environ 2-4 minutes.

» Pendant ce temps, j'enlève la plus grande partie du liquide à l'aide d'une pipette, en tâchant de ne pas remuer et toucher les animaux qui tombent sur le fond du vase, et j'ajoute une quantité considérable d'une solution faible (environ 1 volume sur 8-10 volumes d'eau distillée) de vinaigre de bois cru (*acetum pyrolignosum crudum*).

» Après avoir laissé les animaux dans cette solution environ cinq à dix minutes, je les lave au moins trois fois avec de l'eau distillée, et je remplace peu à peu l'eau par l'alcool, en commençant par ajouter de l'alcool à 50 pour 100 et en finissant par l'alcool absolu.

» Les Rotateurs fixés et conservés par cette méthode ne contractent ni leurs appendices abdominaux, ni leur pied, ni leur bande de cils vibratiles, ni leurs tentacules. Ils peuvent être conservés aussi bien dans la glycérine que dans le baume de Canada ou la résine de Dammar. Le protoplasma de leurs éléments se colore d'une teinte variant du gris bleuâtre au noir foncé, et montre les détails de la structure histologique de l'animal.

» Ce sont principalement les Scirtopodes (*Pedalion mirum*) et les Rhizotes (*Melicerta, Lacinularia, Floscularia, Stephanoceros*) qui donnent des résultats très beaux; quelquefois, si la réaction n'est pas par trop prolongée, mais suffisante pour fixer l'animal, les préparations conservées dans le baume de Canada font l'impression des animaux vivants, comme on le voit sur la préparation de *Stephanoceros Eichhornii*, qui accompagne cette Note.

» Les Ploïmes se conservent aussi très bien, surtout les Loricates et, parmi les Aloricates, les Synchætides et les Triarthrides; quant aux Bdelloïdes, on n'arrive qu'exceptionnellement à les conserver avec leur pied allongé, mais l'appareil vibratile se conserve facilement.

» La même méthode m'a aussi donné des résultats parfaits pour la préparation de beaucoup d'Infusoires, Héliozoaires et Rhizopodes, ainsi que pour celle des Hydres et autres animaux d'eau douce. Seulement, la fixation de ces animaux par la réduction de l'osmium n'exige pas une narcotisation préalable, mais des quantités considérables d'acide osmique. »

ZOOLOGIE. — *Le* castoréum *du Gardon*. Note de M. **Jules Gal**, présentée par M. Chatin.

« Le rôle physiologique des poches à castoréum ne paraît pas nettement établi. En général, cependant, on les considère comme organes

accessoires de l'appareil génital. S'il en est ainsi, leur poids et la nature de leur contenu doit varier suivant que l'animal qui les fournit est plus ou moins éloigné du moment de sa vie et de l'époque de l'année où il est apte à la reproduction.

» Le poids des poches fraîches, p en grammes, me semble lié au poids du castor, P en kilogrammes, par la formule

$$p = (P - 6)14.$$

» Voici, en effet, quelques nombres inédits que M. G. Mingaud me communique, au sujet de cinq castors mâles du Gardon (ils satisfont bien à la formule précédente, sauf le premier) :

Nos.	Date de la capture.	Poids du castor.	Poids des poches fraîches.
		kg	gr
1.	24 mars 1895	11	37
2.	12 juillet »	15	135
3.	8 octobre »	7	13
4.	13 novembre »	22	215
5.	27 octobre 1896	12	84

» Les rares nombres que citent jusqu'ici les Ouvrages spéciaux se rapportent à des poches vieilles. De même, les analyses de castoréum que se transmettent les auteurs ont porté sur des produits commerciaux plus ou moins anciens; mais, avec le temps, ces produits subissent des altérations profondes. Or, au point de vue zoologique, c'est le castoréum frais qu'il importe surtout de connaître.

» Voici l'analyse du castoréum frais, pesant 16gr,3, fourni par le n° 5 du Tableau précédent, et extrait par excision des poches et légère pression :

» Couleur blanc jaunâtre. Saveur douce de beurre de brebis. Odeur caractéristique, mais pas forte. Solidification inférieure à 22°. Densité 0,85.

» Matières albuminoïdes $0,69 \times 6,25 = 4,3$ pour 100. Cendres, 0,25 pour 100.

Perte à 100	7,9
Extrait par l'éther	88,4
» l'alcool	0,8
» l'eau	0,1
» l'acide acétique	0,6
Résidu	2,2
Total	100,0

» Ce castoréum frais ne contient pas de castorine, pas d'acide phénique, quoique les castors du Gardon se nourrissent d'écorce de saule.

» En comparant ces résultats à ceux que l'on cite toujours, on voit des différences extrêmes.

» Ainsi Lehmann donne :

Pour l'extrait éthéré...............	7,4	2,5	8,2
» alcoolique...........	69,7	64,3	41,3

suivant qu'il s'agit du castoréum allemand, de Russie ou du Canada. La divergence de ces nombres avec les nôtres s'explique parce que les produits analysés par Lehmann étaient plus ou moins anciens et, par suite, plus ou moins altérés. Les différences qu'il a signalées s'expliquent autant par l'ancienneté variable de ses trois échantillons que par leur diversité d'origine.

» Le castoréum du Gardon, vieilli, ne fond plus même à température élevée; il a une couleur rouge brun, une forte odeur phéniquée; en un mot, il a complètement changé de nature. Mais nous persistons à penser que la Zoologie doit accorder plus d'attention au produit tel qu'il s'est formé dans le corps de l'animal et notre analyse est, croyons-nous, la première qui ait été faite dans ces conditions. »

BOTANIQUE. — *Nouvelles recherches sur les* Amylotrogus. Note de M. E. **Roze**, présentée par M. Chatin.

« Dans une Note précédente ([1]), j'ai signalé l'existence d'un nouveau genre de Myxomycètes microscopiques, parasites de la fécule, que j'ai nommé *Amylotrogus*. En continuant mes recherches sur les grains de fécules respectés par les Micrococques et les Mucédinées dans les tubercules gangrenés de diverses variétés de Pommes de terre, j'ai été amené à découvrir trois nouvelles espèces de ce genre *Amylotrogus*, dont l'une, à *plasmode pénétrant*, comme celui des *A. discoideus* et *ramulosus*, déjà décrits, que j'appellerai *A. filiformis*, produit des plasmodes allongés, très ténus, non ramifiés, dans l'intérieur des grains de fécule, et dont les deux autres, à *plasmode superficiel*, développent leurs plasmodes sur la surface seule de ces grains, soit sous la forme de petites dartres granuleuses (*A. lichenoides*), ou d'étroites bandelettes plus ou moins entrelacées (*A. vittiformis*). Chez ces deux dernières espèces, les plasmodes confluents fusionnent en s'anastomosant superficiellement; chez les autres, cette fusion a

([1]) *Comptes rendus*, séance du 28 décembre 1896.

lieu dans l'intérieur des grains, lorsque des plasmodes différents s'y rencontrent.

» J'ai cherché à me rendre compte du mode de propagation du plasmode de l'*A. ramulosus*, qui se montre beaucoup moins rare que les autres espèces.

» Dans des préparations microscopiques, dont l'eau était constamment renouvelée, j'avais disposé d'un côté des grains de fécule avec leurs plasmodes, de l'autre des grains intacts, extraits de Pommes de terre saines. Mais je n'obtins que des résultats négatifs. Alors, dans des gangrènes sèches de tubercules, présentant de belles colonies d'*A. ramulosus*, je pratiquai de petites cavités, dans lesquelles j'introduisis une assez grande quantité de semblables grains de fécule intacts. Je constatai des indices de contamination au bout d'une dizaine de jours, et, trois semaines après, la plus grande partie de ces grains étaient envahis par les plasmodes très caractéristiques de cet *Amylotrogus*.

» Ainsi, les germes reproducteurs, infiniment petits, de ce Myxomycète ne se meuvent pas dans l'eau; ils sont quelque peu aériens. Du reste, je n'ai jamais observé d'*Amylotrogus* dans les cellules encore humidifiées où se montrent les Micrococques, et j'ai pu constater que les plasmodes, protégés par leur enveloppe cristalline, avaient la faculté de se laisser dessécher à l'air libre et de se conserver ainsi longtemps après. Mais la réussite de cette expérience me donna l'idée de la répéter avec d'autres grains de fécule que ceux des Pommes de terre, et je fis plusieurs essais identiques avec de la farine de Blé.

» Or, les résultats obtenus ont tous été concordants. Le plasmode de l'*A. ramulosus* attaque les grains de fécule du Blé, dont le volume est plus de moitié moindre que ceux des Pommes de terre. Mais, tout en y pénétrant, il n'y reproduit pas ses délicates arborisations : il s'y creuser et y emplit des cavités capillaires, en lignes courbes ou droites, de longueur variable, parfois cruciformes, ou bien il crible de perforations minuscules la surface des grains; ces cavités ou perforations se distinguent cependant nettement encore, en raison de leur couleur d'un rouge violacé pâle qui est celle de tous les plasmodes du genre *Amylotrogus*.

» Peut-être faut-il attribuer ce changement de la forme plasmodique de l'espèce à l'état moléculaire différenciel des grains de fécules du Blé? Quoi qu'il en soit, j'ai remarqué que ces grains passaient par les mêmes phases que ceux de la Pomme de terre, c'est-à-dire qu'ils présentaient les points d'attaque des plasmodes par des germes ponctiformes de moins d'un μ de diamètre, qui s'élargissaient jusqu'à avoir plus d'un μ avant leur

pénétration; après quoi, ces plasmodes perforaient en divers sens l'intérieur des grains, tout en s'y développant, pour en sortir ensuite, en laissant la fécule vide et perforée.

» Lorsque j'eus constaté ce dernier fait, il m'a paru coïncider avec une attaque plus générale des grains de fécule et surtout avec plus de points d'attaque sur chaque grain. Je crois pouvoir en inférer que l'*A. ramulosus*, sous sa nouvelle forme, n'en continue pas moins à se développer et à se reproduire aussi bien dans les grains de fécule du Blé que dans ceux de la Pomme de terre. »

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *Les formes du parasite du black rot, de l'automne au printemps*. Note de M. **A. Prunet**.

« On sait que la maladie de la Vigne, connue sous le nom de *black rot*, est causée par un Champignon appartenant à l'ordre des Ascomycètes, le *Carlia Bidwellii* (Ellis) P. Magnus ou *Guignardia Bidwellii* (Ellis) Viala et Ravaz.

» On sait aussi, surtout depuis les travaux de MM. Viala et Ravaz, que ce Champignon peut présenter, pendant la belle saison, trois sortes de fructifications : pycnides, spermogonies, conidiophores, et qu'en automne il forme en très grand nombre, sur tous les organes attaqués, des sclérotes qui peuvent donner naissance à des périthèces ou à des conidiophores. J'ai montré [1] que les sclérotes peuvent, en outre, fournir des pycnides et des spermogonies.

» J'ai montré aussi : 1° que les organes de conservation du parasite pendant l'hiver sont les sclérotes; 2° que la transformation des sclérotes en appareils sporifères, et particulièrement en périthèces, n'a pas lieu exclusivement de mai à juillet, comme on le supposait, et qu'elle peut devancer de beaucoup l'époque de l'entrée en végétation de la Vigne.

» Pendant les mois de décembre 1895, janvier et février 1896, les Raisins black-rotés, restés sur les souches, ne portaient dans la Haute-Garonne que des sclérotes. La germination des sclérotes commença vers le milieu de mars et se poursuivit jusqu'en mai. Les recherches que je viens de faire cette année montrent que cette germination peut être plus précoce encore, lorsque les circonstances atmosphériques sont favorables.

---

[1] *Comptes rendus*, 23 mars 1896.

» J'ai réuni dans le Tableau ci-dessous quelques-unes de ces recherches. On y trouvera indiqué le nombre de sclérotes ou de conceptacles divers que j'ai pu compter sur un total de mille examinés. Les coupes qui ont servi à l'établir ont été fournies par des Raisins black-rotés, pris dans les Vignes aux dates signalées, et conservés dans l'alcool ou dans d'autres liquides fixateurs.

Provenance des échantillons.	Sclérotes.	Périthèces.	Pycnides.	Spermogonies.	Conceptacles vides [1].
Lafitte et Muret (Hte-Garonne), 30 sept. 1896..	950	»	3	47	»
Toulouse et Muret, 8 et 15 octobre	780	»	6	5	8
Toulouse, 9 novembre....................	855	38	86	4	22
Sorbets (Gers), 23 novembre..............	218	342	37	14	394
Toulouse, 27 novembre....................	463	18	192	14	313
Muret, 29 novembre	291	227	125	21	336
Sorbets, 1er décembre....................	94	157	78	5	666
Toulouse, 17 décembre....................	107	113	47	13	720
Sorbets, 5 janvier 1897..................	12	22	»	»	966
Toulouse, 6 janvier......................	89	96	84	9	722
Muret, 10 janvier........................	169	135	152	23	521

» L'évolution des sclérotes, constatée avec certitude dès le 9 novembre, s'est poursuivie avec activité jusqu'à ces jours derniers. Elle est actuellement très avancée dans les localités indiquées.

» Cette précocité si inattendue confirme pleinement les résultats de mes recherches antérieures. J'avais en effet déjà démontré expérimentalement que la germination des sclérotes n'exige pas, comme on le croyait, une température élevée, mais peut avoir lieu à une température relativement basse, à condition que l'humidité soit suffisante. Il faut en chercher la cause dans la douceur et surtout dans l'humidité exceptionnelle de l'automne et du début de l'hiver, dans le sud-ouest de la France.

» On voit donc qu'il est, en réalité, impossible de limiter par des dates fixes la période de transformation des sclérotes en appareils sporifères aptes à fournir les spores d'invasion. Le début de cette période, sa fin, sa durée dépendent entièrement des conditions climatériques et en particulier de l'humidité. Suivant que les circonstances atmosphériques sont favorables ou non, les sclérotes peuvent germer dès l'automne, très peu de

---

(1) Les conceptacles vides, assez rares d'ailleurs, qui provenaient de pycnides d'été non transformées en sclérotes, n'ont pas été comptés. On les distinguait aisément des conceptacles récemment vidés.

temps après leur formation, ou seulement beaucoup plus tard, au printemps. On conçoit d'ailleurs que des alternances de conditions favorables ou défavorables puissent provoquer ou suspendre successivement cette germination. Les divers appareils sporifères, et notamment les périthèces et les pycnides mettent leurs spores en liberté sous l'influence des mêmes causes qui en amènent la formation. Les uns et les autres se vident rapidement lorsque le temps est humide et doux. On comprend, d'autre part, que la sortie des spores puisse être momentanément suspendue, si le temps redevient sec et froid.

» Il résulte de tout cela que la recherche des sclérotes, des appareils sporifères et des spores du parasite du black rot pendant la saison froide, fournit des résultats qui peuvent varier avec l'année et la date de l'observation, avec les pays ou les régions. Les faits contradictoires, signalés à cet égard par les botanistes, se trouvent ainsi expliqués.

» C'est grâce à des observations presque journalières, faites pendant plusieurs années, de l'automne au printemps, sur des grappes black-rotées fixées aux souches du jardin d'expériences de la Faculté des Sciences de Toulouse, ou envoyées par des viticulteurs dévoués, qu'il m'a été possible d'élucider la question restée obscure, de l'évolution du parasite du black rot pendant la mauvaise saison. Il est maintenant établi que ce parasite se conserve pendant l'hiver à l'aide de sclérotes, dont la transformation en appareils sporifères, fournissant les spores d'invasion, peut, suivant les conditions climatériques, s'effectuer à des époques variables depuis l'automne jusqu'au printemps. Les appareils sporifères formés sont principalement des périthèces et des pycnides, dont la proportion relative et l'ordre d'apparition ne paraissent présenter aucune régularité.

» Actuellement, dans la Haute-Garonne, le Gers et sans doute aussi dans quelques-uns des départements voisins, les spores d'invasion ont abandonné en grand nombre leurs conceptacles et ont été entraînées dans le sol par les eaux de pluie. Si les conditions atmosphériques se montraient de nouveau favorables, il y a tout lieu de croire que les organes black-rotés ne présenteraient plus, sauf cas exceptionnels, que des conceptacles vides longtemps avant le commencement de la végétation de la Vigne. Quoi qu'il en soit, l'étude des diverses circonstances du développement de la maladie présentera, cette année, dans le sud-ouest, au point de vue de la biologie du parasite, un intérêt tout spécial. »

NAVIGATION. — *Sur les effets du filage de l'huile.* Note de M. **Baretge.**

« Le paquebot *Aréthuse*, de la Compagnie des Messageries maritimes, commandé par moi, est parti de Poulo-Condore, le 6 décembre 1896, faisant route sur Singapore, par temps couvert et à grains, forte brise de nord-est, mer grosse, la brise fraîchissant graduellement. Vers midi, coup de vent nord-est, mer énorme; les lames menacent à chaque instant de déferler à bord. Je suis obligé de fuir devant le temps, la mer est démontée. J'ai recours au filage de l'huile.

» A cet effet, j'ai fait remplir d'étoupe les cuvettes des lieux de l'avant et celles de l'arrière, et j'ai fait verser de l'huile par-dessus. Le résultat attendu n'a pas été long à se faire sentir. Les grosses lames, qui arrivaient furieuses sur notre arrière, se trouvaient, par l'effet de l'huile, divisées en trois parties. Le navire était soulevé par une grosse houle, et les grandes crêtes qui surmontaient les lames passaient à quelques mètres, à tribord et à bâbord du navire, dépassant de beaucoup la hauteur de la lisse. Le navire se trouvait dans un sillon formé par les grosses lames qui l'escortaient, tribord et bâbord, sans s'en approcher: le résultat obtenu était parfait. Avec une très grande attention à gouverner, je n'avais plus rien à craindre.

» J'ai dû fuir à la lame jusqu'au lendemain matin. La nuit, très obscure, ne me permettait pas de voir arriver les grosses lames; j'étais prévenu de leur approche et de leur direction par la brise qui augmentait de force. Le 7 décembre, à 7^h du matin, la mer étant un peu tombée, j'ai fait route au sud 11° est. La mer s'est encore trouvée paralysée par l'huile; les lames étaient brisées à 3^m ou 4^m du bord, et frappaient sans force contre le flanc du navire.

» Malgré cette garantie, j'ai jugé prudent de faire route au sud, de manière que la traînée d'huile pût se faire sentir de plus loin et briser, par conséquent, la lame à une plus grande distance, résultat que j'ai encore obtenu.

» J'ai continué la même route jusqu'à minuit. A partir de ce moment, la mer tombe, quoique la brise soit toujours très forte. Je m'estime à l'abri des Anambas. Je cesse le filage de l'huile. La dépense a été d'environ 5^{kg} par heure.

» D'après les résultats obtenus, il faut, pour que l'huile produise son

effet, que la vitesse du navire soit bien en rapport avec l'état de la mer. Dans le cas actuel, ma vitesse n'a pas été supérieure à 8 nœuds. Étant en fuite, j'ai essayé d'augmenter la vitesse ; j'étais alors envahi par la mer. J'ai également essayé étant grand largue ; il m'était impossible de continuer ma route sans m'exposer à de grosses avaries. J'en conclus que la vitesse à 8 nœuds était bien en rapport avec l'état du temps, et qu'à cette allure l'huile a produit son plus grand effet. »

M. **Delauney** adresse une Note intitulée : « Relations entre les masses du Système solaire ».

L'auteur arrive à cette conclusion que « le rapport du produit des masses des planètes d'ordre impair au produit des masses des planètes d'ordre pair est égal à 2 ».

M. **J. Marty** adresse une nouvelle Note relative à diverses questions de Mécanique céleste.

A 3 heures trois quarts, l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Section de Mécanique présente la liste suivante de candidats pour la place laissée vacante par le décès de M. *Resal :*

En première ligne..........................	M. **Bazin**.
En seconde ligne..........................	M. le Général **Sebert**.
En troisième ligne, ex æquo et par ordre alphabétique..........................	M. **Kœnigs**. M. **Lecornu**. M. Félix **Lucas**. M. **Vicaire**. M. **Vieille**.

Les titres de ces candidats sont discutés.

L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à 6 heures et demie. M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 18 janvier 1897.

Revue de Physique et de Chimie et de leurs applications industrielles, publiée sous la direction scientifique de M. P. Schutzenberger, Membre de l'Institut, Professeur au Collège de France, 1re année. Nos 1, 2, 3. Tours, Deslis frères. 3 fasc. in-8°. (Présentés par M. Schützenberger.)

Bulletin mensuel du Bureau central météorologique de France, publié par E. Mascart, Année 1896. Octobre 1896. Paris, Gauthier-Villars et fils; 1 fasc. in-4°.

Mémoires publiés par la Société nationale d'Agriculture de France, Tome CXXXVII. Paris, Chamerot et Renouard, 1896; 1 vol. in-8°.

Annuaire de l'Observatoire municipal de Montsouris pour l'année 1897. (Analyse et travaux de 1895.) Météorologie. Chimie. Micrographie. Application à l'hygiène. Paris, Gauthier-Villars et fils; 1 vol. in-18.

Bulletin de l'Académie de Médecine, publié par M. J. Bergeron, Secrétaire perpétuel, et M. Cadet de Gassicourt, Secrétaire annuel. Séance du 12 janvier 1897. Paris, Masson et Cie; in-8°.

Mémoires de la Société géologique de France. Paléontologie. Mémoire N° 17. *Les Ammonites du crétacé supérieur de l'Algérie*, par M. Péron. Lille, Le Bigot frères, 1896; 1 fasc. in-4°.

Bulletin général de Thérapeutique médicale, chirurgicale, obstétricale et pharmaceutique. Directeur scientifique: Albert Robin. 1re livr. 15 janvier 1897. Paris, Doin; fasc. in-8°.

Sur la fonction elliptique fondamentale $s = p(u, g_2, g_3)$, par Axel Löderblom. (Présenté à la Société royale des Sciences d'Upsal le 4 octobre 1895). Upsal, Ed. Berling, 1896; 1 fasc. in-4°. (Hommage de l'auteur.)

The norwegian north-atlantic expedition 1876-1878. *Zoology-Synascidiæ*, by H. Huitfeldt-Kaas. Christiania, Grondahl et Sons 1896. 1 fasc. in-4°.

Ouvrages reçus dans la séance du 25 janvier 1897.

Bulletin astronomique, publié sous les auspices de l'Observatoire de Paris, par M. F. Tisserand, Membre de l'Institut, avec la collaboration de

MM. G. Bigourdan, O. Callandreau et R. Radau. Tome XIII. Décembre 1896. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1896; 1 fasc. in-8°.

Annales agronomiques, publiées sous les auspices du Ministère de l'Agriculture, par M. P.-P. Dehérain, Membre de l'Institut, Professeur de Physiologie végétale au Muséum d'Histoire naturelle, etc. N° 1. 25 janvier 1897, Paris, Masson et Cie, 1897; 1 fasc. in-8°.

Les poisons de l'organisme. Poisons des tissus, par A. Charrin, Professeur agrégé, Médecin des hôpitaux, etc. Paris, Masson et Cie, Gauthier-Villars et fils; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. d'Arsonval.)

Notice sur les travaux scientifiques de M. E.-H. Amagat, Correspondant de l'Institut, Répétiteur à l'École Polytechnique. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1896; in-4°.

Notice sommaire des travaux scientifiques de M. R. Radau. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1897; in-4°.

Étude géologique de l'aqueduc de l'Avre; dérivation, vers Paris, des sources de la Vigne et de Verneuil, par M. G. Ramond. (Extrait des Comptes rendus du Congrès des Sociétés savantes, Sciences, 1896.) Paris, Imprimerie Nationale, 1896; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Revue générale des Sciences pures et appliquées, Directeur : Louis Olivier, Docteur ès sciences. 8e année. N° 1. 15 janvier 1897. Paris, G. Carré et C. Naud; 1 fasc. gr. in-8°.

Annales du Musée royal d'Histoire naturelle de Belgique. Les Arachnides de Belgique, par Léon Becker. Deuxième et troisième Partie, avec Atlas de planches. Bruxelles, Hayez, 1896; 2 vol. in-f°.

Sur la Géométrie des courbes transcendantes. Mémoires originaux, par Antonio Cabreira. Lisbonne, Imprimerie nationale, 1896; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Researches on the evolution of the stellar systems. Volume I: *On the universality of the law of gravitation and on the orbits and general characteristics of binary stars*, by T. I. I. See, A. M; Ph. D. (Berlin); 1896. Berlin, R. Friedländer und Sohn; 1 vol. in-4°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 8 FÉVRIER 1897,

PRÉSIDENCE DE M. A. CHATIN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur les fausses trombes*. Note de M. **H. Faye**.

« Pendant longtemps, je dirai même durant vingt-cinq ans, je ne me suis pas aperçu d'une méprise singulière qu'on a commise depuis Franklin. Si je l'avais connue plutôt, je l'aurais signalée et je ne doute pas que la lumière se faisant sur cette méprise, les discussions auraient été bien abrégées. Voici le fait. Ce que l'on a pris jusqu'ici pour des trombes ou des tornados, ce sont de *fausses trombes* dont on a fait la théorie d'ailleurs parfaitement correcte. On a ensuite appliqué les mêmes idées aux cyclones, parce que tout le monde reconnaissait l'analogie qui existe entre eux, bien que les dimensions et d'autres circonstances caractéristiques soient énormément différentes.

» Je vais dire ce que j'appelle *fausses trombes,* provisoirement du moins, car je ne tiens pas à perpétuer ainsi le souvenir de cette méprise. On les rencontre parfois dans la nature et elles ne méritaient guère d'avoir un nom et une théorie, car ces phénomènes sont mille fois moins importants et infiniment moins terribles que les vraies.

» Ce sont de vagues colonnes verticales, en tout semblables à des colonnes de fumée qui s'élèvent au-dessus d'un feu à l'air libre par un temps de calme parfait.

» Supprimez le feu, remplacez-le par une plage légèrement bombée où le sol aura été échauffé par un Soleil ardent, et mettez sur ce sol de l'air humide, du sable fin, du linge, du foin à moitié desséché, etc. Alors vous verrez parfois s'élever de ce sol, par un temps calme, une colonne de vapeurs condensées, ou de fumée, ou de sable, qui prendra peu à peu des dimensions assez majestueuses pour attirer le regard, surtout si cette colonne est régulière. Elle sera généralement mince par le bas, là où l'écoulement ascendant aura un peu de rapidité, et s'évasera vers le haut en se ralentissant et se perdant dans les airs; finalement elle aura la forme d'un cône renversé ou d'un calice dont l'ouverture sera vers le ciel en se diffusant de plus en plus. C'est là le seul rapport, bien éloigné il est vrai, avec une vraie trombe.

» Si le calme persiste, la colonne restera immobile, le courant d'air chaud qui la détermine n'étant dévié d'aucun côté. Mais si une brise très légère s'élève, la colonne marchera quelque temps dans le sens de ce souffle d'air et se dissipera peu à peu.

» Comme l'apport d'air humide, de fumée, de sable ou de foin est fait par de légers courants d'air centripètes qui alimentent la colonne, l'afflux de ces courants déterminera une faible gyration pour peu qu'ils ne convergent pas rigoureusement au même centre, et cette gyration n'aura pas un sens bien déterminé, je veux dire que la colonne tournera à droite ou à gauche suivant les accidents du terrain ([1]).

» Mais ces prétendues trombes n'ont aucun des caractères des véritables.

» 1° Elles ne tournent point ou n'ont qu'une gyration incertaine, tandis que les trombes ou tornados ont une gyration effroyable qui détruit tout ce qu'elle touche.

([1]) Seulement cette colonne d'air humide ne sera même pas visible, en général, sauf à une assez grande hauteur.

» 2° Elles ne voyagent pas ou ne marchent que d'une manière incertaine, au gré du vent inférieur; le moindre vent les détruit, tandis que les vraies vont avec les vitesses d'un train express.

» 3° Elles sont ascendantes et aspirantes, tandis que les vraies descendent jusqu'au sol et n'aspirent rien.

» 4° La source du mouvement, c'est-à-dire la chaleur du sol, a son foyer en bas, tandis que les vraies ont leur source de mouvement, qui n'est pas la chaleur, au moins directement, à près de 2000^m d'altitude et bien au delà.

» Bref, il n'y a entre elles aucune ressemblance. Ce sont des phénomènes entièrement différents, et ces fausses trombes sont si insignifiantes qu'on ne s'est pas donné la peine de leur attribuer un nom. On s'est laissé prendre par ce fait que les fausses trombes sont aspirantes et qu'on avait d'avance attribué faussement cette qualité aux véritables, qui ne sont pas aspirantes du tout.

» Ce qu'il y a de certain, c'est que la théorie qu'on a cru pouvoir assigner aux trombes véritables ne s'applique pas à celles-ci, mais parfaitement bien à celles-là.

» Pour préciser, voici ce que m'objectait M. Colladon dans une de nos discussions, en citant M. Raoul Pictet dont le nom est devenu célèbre par ses belles expériences sur la condensation de l'oxygène. Il s'agissait de *trombes* observées en Égypte à l'époque où M. Pictet professait à l'École Polytechnique du Caire.

Expérience du 2 juin 1873 dans le désert de l'Abassieh, à 3^{km} au nord-est du Caire.

« Temps parfaitement serein; matinée de calme absolu jusqu'à midi, brise très légère au milieu du jour; à 3^h la brise du soir commence à se faire sentir.

» Dès 6^h du matin on a suspendu à un pieu, à $1^m,50$ de hauteur, un thermomètre bien abrité et quatre autres thermomètres ont été enterrés aux environs à $0^m,01$ de profondeur.

» A $10^h 5^m$ la température de ces quatre thermomètres variait de 83° à 88°. On aperçoit au sommet du mamelon de sable [1] les commencements d'un mouvement gyratoire.

» A $10^h 15^m$ le mouvement s'accentue.

» A $10^h 30^m$ la *trombe* se forme; elle commence à devenir opaque. Une grande feuille de papier blanc est aspirée et tournoie en décrivant trois circonférences de 3^m de dia-

---

(1) Ce sable était extrêmement fin et consistait en partie en ancien limon du Nil.

mètre en deux secondes. On voit nettement la colonne de sable ayant la forme d'un solide de révolution à génératrice concave dans le bas et à peu près rectiligne et inclinée dans le haut. Hauteur 20^m.

» $10^h 40^m$. — La feuille de papier s'aperçoit par instant à la hauteur ci-dessus. L'effet de succion dans le bas augmente sensiblement. Thermomètre à l'ombre 34°,5. Thermomètre à maximum, introduit un instant dans le bas de la trombe, marque 51°,8. Les plumes légères répandues à quelque distance du pied de la trombe sont aspirées vers la base : on les voit gravir le mamelon et s'engouffrer dans l'intérieur du tourbillon.

» 11^h. — La colonne est apparente jusqu'à 500^m. Il est impossible de voir nettement le sommet. La partie la plus rétrécie est à 5^m du sol et n'a que 2^m de diamètre; puis elle va en s'évasant jusqu'à une grande hauteur.

» La vitesse de rotation constatée par des feuilles de papier est d'environ un tour par seconde.

» $11^h 50^m$. — Une très légère brise du sud se fait sentir; la trombe se déplace et chemine lentement. M. Pictet la suit en marchant à la vitesse de $0^m,5$ à $0^m,8$ par seconde. Pas de signes d'électricité.

» *Midi*. — Trombe à peu près stationnaire, hauteur estimée à un millier de mètres. On aperçoit, par intervalles, les feuilles de papier qui tournaient encore dans l'air. La trombe jusqu'à 40^m est bien tranchée et complètement opaque. M. Pictet peut la traverser en se couvrant la figure avec les mains. A l'intérieur, ses vêtements tourbillonnent; la température élevée le contraint de sortir (1).

» 2^h. — La trombe se meut lentement vers l'est. Elle continue à tourner avec les mêmes apparences.

» 3^h. — Le vent de mer du soir s'élève et chasse la trombe avec assez de rapidité du côté de la chaîne du Mokatan.

» $3^h 30^m$. — M. Pictet perd de vue la trombe qu'il suppose s'être anéantie en atteignant le pied de la montagne.

» Voilà des trombes, disait M. Colladon, et elles ne sont pas telles que M. Faye les dépeint. (Quand on pense que l'on en est encore à considérer de ce point de vue les effroyables cyclones des Antilles !)

» Mais je me bornais à répondre à M. Colladon que sa trombe ne tournait guère ou pas du tout et qu'elle ne marchait pas, si ce n'est sous l'impulsion du vent inférieur. Ce n'était donc pas une trombe. Aujourd'hui, j'ajoute que la description de l'expérience de M. Pictet est d'une fidélité parfaite en tant qu'elle s'adresse à une fausse trombe, et la théorie des météorologistes semble calquée sur elle, sauf en ce que le sable

(1) Tous ceux qui ont été en contact avec l'air même d'une trombe ou d'un tornado ont toujours déclaré une impression brusque de chaud immédiatement suivie par la sensation prolongée d'un froid vif.

est remplacé par de l'air humide. Dès lors, voici la conséquence : tout ce que ces savants rapportent aux trombes et aux tornados s'applique très bien aux fausses trombes aspirantes et n'a aucun rapport avec les vraies. Toutes ces théories sont à mettre de côté, car ce qu'on doit désirer expliquer, ce sont les trombes véritables et les véritables tornados qui n'aspirent rien.

» Il faut donc renoncer aussi à toute la littérature applicable aux cyclones, car celle-ci est basée sur les mêmes principes, et sur l'idée que les cyclones sont ascendants tandis qu'ils sont descendants comme les trombes et les tornados.

» Tout doit donc être ramené à ce point de vue : considérer que le réservoir de la force qui fait marcher et tourner trombes ou cyclones est en haut et non en bas. Il est assez remarquable que cette idée commence à faire son chemin parmi les météorologistes. Par malheur, ceux-ci y veulent absolument joindre cette autre idée, que les trombes et les tornados sont ascendants et aspirants, comme ils l'ont toujours cru par analogie, bien que le contraire soit absolument démontré par des faits les plus palpables.

» Je résume donc mon idée en ces termes : la théorie actuelle s'adapte très bien aux fausses trombes et non aux véritables. Il faut, pour celles-ci, partir de l'idée, que j'ai mise en avant il y a vingt-cinq ans, que les trombes, tornados et cyclones sont des phénomènes tourbillonnaires dont l'origine est à des hauteurs fort inégales dans les couches élevées de l'atmosphère, et *qui sont tous descendants*, tandis que les fausses trombes, qui ne peuvent, en aucun cas, prendre que l'allure de tourbillons imparfaits, ont leur origine au ras du sol et sont toutes ascendantes, par conséquent faiblement aspirantes. Il n'y a rien de commun entre ces deux ordres de phénomènes que l'on a si longtemps identifiés. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Nouvelles recherches sur le dosage de l'acide pyrophosphorique;* par MM. **Berthelot** et **G. André**.

« Nous avons poursuivi les recherches sur la formation et le dosage de l'acide pyrophosphorique, qui avaient fait déjà l'objet de nos Communications à l'Académie, le 16 novembre 1896. La Note présente est consacrée à l'étude du pyrophosphate magnésien, sur lequel repose notre procédé de dosage. Nous avons exposé comment la précipitation de l'acide pyrophosphorique s'exécute dans des liqueurs étendues, au moyen d'un mélange

de chlorure de magnésium, de chlorhydrate et d'acétate d'ammoniaque, employés en dose considérable, et en présence d'un excès très notable d'acide acétique, le tout maintenu pendant quelques heures dans un bain-marie en ébullition. Le précipité obtenu contient tout le phosphore, ou sensiblement; mais, en raison de la complexité de sa composition, il doit être redissous dans l'acide azotique, après lavage, et transformé finalement en phosphate ammoniaco-magnésien normal, lequel fournit, par calcination, le composé P^2O^7Mg, susceptible d'une pesée définitive. Nous avons cru devoir rechercher quelle était la constitution réelle du précipité initial, afin de le comparer avec les précipités analogues, fournis par l'acide métaphosphorique, dans les mêmes conditions.

» Nous avons reconnu ainsi que ces précipités sont constitués par un seul et même pyrophosphate complexe, répondant en principe à la formule

$$P^2O^7Mg^{1,5}(AzH^4) + nH^2O.$$

» Il renferme cependant une certaine proportion de sodium, remplaçant un quart environ de l'ammonium; c'est-à-dire que le précipité serait constitué par la combinaison ou le mélange suivant :

$$3P^2O^7Mg^{1,5}(AzH^4) + P^2O^7Mg^{1,5}Na.$$

» Le rapport entre le sodium et l'ammonium varie d'ailleurs un peu; comme dans toutes les précipitations de sels complexes et dissociables. Ce précipité entraîne en outre une trace d'acétate alcalin, dont la proportion peut s'élever à quelques millièmes; mais elle est souvent tout à fait négligeable.

» Voici la composition calculée et les analyses, dans lesquelles tous les éléments ont été dosés. Pour prévenir les altérations possibles pendant la dessiccation, on a opéré sur le précipité humide, lavé jusqu'au moment où l'eau de lavage cessait de présenter une réaction acide.

	Formules calculées.			
	$P^2O^7Mg^{1,5}AzH^4$.		$P^2O^7Mg^{1,4}(AzH^4)^{\frac{3}{4}}Na^{\frac{1}{4}}$.	
P^2	27,2		27,1	
$Mg^{1,5}$	15,8		15,7	
Az	6,1	7,9	4,5	5,9
H^4	1,8		1,4	
Na	»		2,5	
O^7	49,1		48,8	
	100,0		100,0	

Analyses.

	Composé obtenu avec le		
	Pyrophosphate de soude pur.	Métaphosphate de soude desséché à 280°.	Métaphosphate de soude vitreux préparé au rouge sombre.
P................	26,4	26,3	26,4
Mg...............	17,3	16,3	15,8
Az...............	4,8 } 6,1	5,6 } 7,2	8,65
H^4...............	1,3 }	1,6 }	
Na...............	2,5	2,8	1,45
O................	47,7 (Calculé)	47,4	47,7
	100,0	100,0	100,00
Carbone de l'acétate (en plus)..........	1,1	0,03	0,34

» En somme, ce précipité est constitué principalement par un pyrophosphate, dérivé du caractère quadribasique de l'acide pyrophosphorique.

» Sa stabilité relative et son insolubilité répondent à celle de l'orthophosphate ammoniaco-magnésien, avec cette différence essentielle que le pyrophosphate prend naissance dans un milieu rendu acide par l'acide acétique, milieu dans lequel l'orthophosphate est au contraire soluble. Ce sont là des circonstances qu'il est essentiel de ne pas oublier dans la recherche et le dosage des mélanges complexes, susceptibles de renfermer de l'acide phosphorique; surtout si ces mélanges ont éprouvé une calcination, comme il arrive, par exemple, pour les cendres d'origine végétale ou animale, et pour certains composts et produits industriels.

» Il est un point très important à signaler dans les analyses précédentes : c'est l'identité du précipité fourni par le métaphosphate de soude, préparé soit à basse, soit à haute température, avec celui fourni par le pyrophosphate pur. Nous avions pensé d'abord qu'il s'agissait de composés de constitution différente et c'est là ce qui nous a engagés à en faire une analyse complète. On voit qu'il n'en est rien et la formation d'un précipité identique montre avec quelle facilité l'acide métaphosphorique se transforme en acide pyrophosphorique, dans les conditions spéciales de ces précipitations. Nous y reviendrons tout à l'heure à ce point de vue.

» Mais, auparavant, il est utile de donner quelques détails sur les variations de composition du composé lui-même.

» L'ammoniaque qui concourt à sa constitution y est combinée d'une

façon très stable; car les dosages indiquent la même proportion de cet alcali, soit dans le précipité humide, tel qu'on l'obtient sur les filtres; soit dans le précipité desséché à froid dans le vide, sur l'acide sulfurique concentré; soit dans le précipité desséché à l'étuve à 110°.

» Par exemple, un même précipité a fourni, pour le rapport atomique $P^2 : Az$:

Précipité séché à 110°	0,50
Précipité séché dans le vide, à froid	0,58
Précipité analysé humide	0,50

» Il résulte de ces observations que l'ammoniaque ne possède pas de tension sensible dans le précipité. En réalité, il doit être constitué par cette base ammoniaco-magnésienne, sorte d'oxyde d'ammonium composé, dont nous avons déjà signalé l'existence dans la série des sels magnésiens, d'après les déterminations thermochimiques (*Ann. de Chim. et de Phys.*, 6e série, t. XI, p. 313 et 317).

» Cependant, ce précipité, soumis à des lavages trop prolongés, avec le concours de l'acide acétique, finit par éprouver une certaine décomposition, qui modifie les rapports entre ses éléments. Le magnésium y diminue par là plus rapidement que le phosphore; de telle façon que le rapport atomique entre ces deux corps, au lieu de demeurer voisin de 2 : 1,50 comme dans les analyses précédentes, tombe au-dessous de cette valeur et tend à se rapprocher de 1,20 et même de chiffres plus bas encore, sans que l'ammoniaque ait diminué corrélativement. Par exemple, nous avons trouvé, dans deux expériences distinctes ainsi dirigées :

Précipité séché à 110°	$P^2:Mg = 1,26$;	$Az = 0,56$
Précipité analysé humide	$P^2:Mg = 1,32$;	$Az = 0,48$

» Le phosphore, cependant, demeure presque en totalité dans le précipité, le dosage de cet élément dans les eaux d'un lavage prolongé beaucoup trop longtemps ayant indiqué facilement $\frac{1}{14}$ à $\frac{1}{10}$ du phosphore total.

» En ce qui touche l'ammoniaque, il est essentiel, comme nous l'avons dit plus haut, que la précipitation se fasse en présence d'une forte proportion de sels ammoniacaux. Sinon, le rapport entre le phosphore et le magnésium se rapproche de l'unité, en même temps qu'une dose de plus en plus marquée de phosphore demeure dans les eaux-mères.

» Voici quelques résultats très nets à cet égard, observés en supprimant les sels ammoniacaux.

» I. Pyrophosphate de soude pur, précipité à l'ébullition par une dissolution de chlorure de magnésium pur.

» Le précipité étant lavé à l'eau pure, puis analysé humide, a fourni les rapports suivants :

	En poids.	En atomes.
P	19,5	0,63
Mg	15,6	0,65

soit 1 : 1,03.

» II. Pyrophosphate de soude précipité à l'ébullition par un mélange de chlorure de magnésium et d'acide acétique :

	En poids.	En atomes.
P	21,8	0,70
Mg	17,1	0,71

soit 1 : 1,01.

» Un autre essai a donné le rapport

1 : 0,98.

» Dans cette dernière analyse, le poids du phosphore contenu dans le précipité s'élevait à $0^{gr},1139$; celui du phosphore entraîné dans les eaux de lavage à $0^{gr},0465$; soit 29 centièmes ou près d'un tiers du total.

» Dans une autre analyse, il en formait le quart.

» Ces valeurs montrent que le pyrophosphate de magnésie pur ne saurait être employé pour le dosage de l'acide pyrophosphorique.

» Pour exécuter ce dosage avec exactitude, il est nécessaire d'opérer sur le pyrophosphate ammoniaco-magnésien. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Faits pour servir à l'histoire de l'acide métaphosphorique;* par MM. **Berthelot** et **G. André**.

« Les procédés de dosage de l'acide pyrophosphorique que nous avons décrits dans nos Notes précédentes étant acquis, nous avons essayé de les appliquer à l'étude de l'hydratation progressive de l'acide métaphosphorique, et spécialement de sa transformation en acide pyrophosphorique; question que les études antérieures ont laissée indécise, l'emploi de l'hélianthine et de la phtaléine notamment ne distinguant pas entre les acides pyro et ortho, tous deux dosés comme bibasiques.

» 1° Nos recherches sur l'acide pyrophosphorique pur (*Comptes rendus*,

t. CXXIII, p. 776) ont déjà établi que cet acide se transforme beaucoup plus lentement que l'acide méta et qu'il ne se dédouble pas au préalable en acide méta et acide ortho;

» 2° Elles ont aussi montré (p. 781) que l'acide ortho, privé d'une demi-molécule d'eau par la chaleur, ce qui le ramène à la composition brute de l'acide pyro, est constitué en réalité par un mélange en équilibre des trois acides ortho, méta, pyro;

» 3° L'acide ortho cristallisé n'est pas changé, même à 100°, par les acides concentrés (acides sulfurique, azotique, chlorhydrique gazeux) en acide pyro par une sorte d'éthérification;

» 4° Nous avons reconnu, par des dosages comparés avec la phtaléine et le colorant bleu qui caractérise la tribasicité, que l'acide méta dissous se change principalement en acide ortho. La proportion d'acide pyro est toujours minime dans le cours de la transformation;

» 5° Le métaphosphate de soude dissous dans l'eau froide se transforme lentement, en devenant acide à la phtaléine. Son titre acide ainsi mesuré indique la somme des deux acides pyro et ortho, comme il a été dit plus haut. Si l'on traite cette dissolution, en suivant la marche que nous avons définie pour le dosage de l'acide pyro, il se produit un abondant précipité de pyrophosphate ammoniaco-magnésien, offrant la même composition que le sel employé pour le dosage de l'acide pyro; nous l'avons établi dans la Note précédente. Or la dose de pyrophosphate, ainsi obtenue dès le début, l'emportait de beaucoup sur celle qui aurait dû correspondre aux titrages acidimétriques, effectués au même moment.

» Ainsi, les opérations destinées à précipiter le pyrophosphate ammoniaco-magnésien dirigent et déterminent la transformation de l'acide métaphosphorique, dans des conditions de temps et de température où l'acide pyro ne prendrait pas naissance, par la seule réaction de l'eau sur l'acide métaphosphorique libre.

» Il y a plus : cette étude conduit à distinguer, comme Graham l'a déjà fait, le métaphosphate de soude déshydraté à 280°, à la température la plus basse possible, et le sel vitreux obtenu par fusion ignée.

» Voici les résultats observés avec ces deux métaphosphates, dissous dans de l'eau maintenue à 0° à l'aide de fragments de glace (préparée elle-même au moyen d'eau distillée). La dissolution exige un temps considérable, surtout avec le sel vitreux. Elle a été conservée à une température voisine de 10°. Le titre acide, obtenu avec le concours de la phtaléine, indique d'une façon directe la proportion des acides pyro et ortho réunis; attendu que l'acide méta est à l'état de sel neutre.

» D'autre part, on a précipité les deux liqueurs dans les conditions de dosage du pyrophosphate ammoniaco-magnésien.

	Sel préparé à 280°.		Sel vitreux.		
	Titre acide.	Dose changée en acide pyro.	Titre acide.	Dose changée en acide pyro.	
Immédiatement...	45,7	80,7	4,1	48	54 (autre préparat.)
Après 2 jours.....	48,9	»	4,7	»	»
» 8 jours.....	53,0	(6 j.) 87,5	»	(6 j.) 49	»
» 14 jours.....	»	»	4,7	»	»

» D'après ces chiffres, les deux états du métaphosphate offrent des stabilités très différentes.

» 1° Le métaphosphate de soude vitreux est relativement stable dans ses dissolutions, maintenues au voisinage de la température ordinaire; du moins tant qu'on n'y ajoute ni acide, ni alcali. — Le titre acide qu'il manifeste tout d'abord est faible, et il n'a guère varié, même en quatorze jours. Il est donc possible que le titre observé tout d'abord résulte de la persistance d'une petite dose de sel sous son autre état, tel qu'il va être défini.

» L'acide du même sel est transformable aisément en acide pyro; il en produit une dose beaucoup plus forte que celle qui correspondrait au titre acide; enfin, ce changement s'accomplit en majeure partie avec le sel, tel qu'il existe dès les premiers moments de sa dissolution. Elle a varié d'ailleurs (de 21 à 41 centièmes) dans les conditions d'autres essais.

» 2° Le métaphosphate préparé à 280° se transforme bien plus rapidement. L'acte seul de sa dissolution dans l'eau glacée en a changé déjà 45 centièmes. Une fois dissous, il se métamorphose plus lentement; quoique plus vite, en tout cas, que le métaphosphate vitreux. Enfin, il fournit une dissolution transformable en majeure partie en acide pyro, et cela dès les premiers moments.

» Il existe donc au moins deux états distincts du métaphosphate. Il en existe même probablement trois : l'un immédiatement transformable par l'acte seul de la dissolution à 0°; un second état, transformable à dose notable, dans la durée de quelques jours; le troisième enfin relativement stable.

» Le précipité même qui se forme, soit avec une dissolution préparée d'une façon extemporanée, soit après conservation de cette liqueur pendant plusieurs jours, est représenté également par le même pyrophosphate double; comme le montrent les analyses suivantes, dans lesquelles nous

avons déterminé les rapports atomiques $P^2 : Mg : AzH^4$ dans les précipités.

» Métaphosphate vitreux. Dissolution renfermant 2,6 centièmes du sel, conservée entre 2° et 10° :

	P.	Mg.	AzH^4.	Proportion du phosphore du pyrophosphate double, sur 100 de phosphore total.
2 jours	2	1,58	»	42,8
4 »	2	1,70	0,5	»
16 »	2	1,56	0,6	47,2

» Ces chiffres montrent qu'il ne s'agit pas de la formation successive de plusieurs acides, différents par leur constitution ou leur état d'hydratation.

» L'acide métaphosphorique libre, préparé par la déshydration de l'acide ortho cristallisé, donne lieu à des observations analogues : quant à son accroissement d'acidité, d'une part, et son changement en acide pyro, d'autre part ; sans qu'il soit possible de distinguer ici les variétés multiples de l'acide méta. Par exemple, au-dessous de 10° :

I. — *Dissolution contenant par litre* 48gr,7 *de phosphore.*

	Proportion d'acide bibasique.	Précipitation d'acide pyro.
	En centièmes.	
Après quelques heures..	15	60,9
» 2 jours	22	68,1
» 3 jours	30	73,5
» 8 jours	58	61,3

II. — *Dissolution contenant par litre* 178gr *de phosphore* (460gr PO^4H^3).

	Proportion d'acide bibasique.	Précipitation d'acide pyro.
	En centièmes.	
Après quelques heures..	31	45
» 7 jours.........	80	17,5
» 14 jours.........	94	7,8

» Ces résultats, que nous pourrions multiplier, montrent en premier lieu l'accroissement progressif et bien connu de l'acidité d'une solution aqueuse d'acide méta ; — accroissement qui représente la somme des deux transformations susceptibles de donner naissance aux acides pyro et ortho ; — et la diminution progressive de la somme des deux acides méta et pyro, depuis les premiers moments de la dissolution de l'acide méta. L'un et l'autre phénomènes s'accomplissent d'autant plus vite que les liqueurs sont plus concentrées. Mais on ne saurait en conclure la dose réelle d'acide pyro, formée graduellement sous la seule influence de l'eau ; la proportion de cet acide étant accrue, dans le cours même des réactions employées pour

le précipiter : ce dont témoignent surtout les premiers dosages, effectués dans un court délai après la dissolution. Plus tard la proportion de l'acide ortho est devenue trop forte, pour que l'on puisse distinguer entre l'acide pyro préexistant et celui qui est formé pendant les opérations de précipitation.

» Les phénomènes observés dans ces conditions sont rendus sans doute plus complexes encore en raison de l'existence simultanée de plusieurs acides métaphosphoriques.

» En tous cas, ces observations fournissent de nouvelles et curieuses données pour l'étude des problèmes relatifs aux condensations moléculaires et aux déshydratations, dont l'acide phosphorique présente les types, et qui se retrouvent sur une multitude d'autres acides en Chimie organique, et même en Chimie minérale. »

CHIMIE AGRICOLE. — *La réduction des nitrates dans la terre arable.* Note de M. **P.-P. Dehérain.**

« En 1873, notre Confrère M. Schlœsing a reconnu qu'une terre enfermée dans un flacon perdait, à l'état libre, l'azote des nitrates qu'elle contenait.

» Plus tard, en 1882, MM. Gayon et Dupetit d'une part, M. Maquenne et moi de l'autre, avons attribué cette réduction à l'activité de ferments anaérobies. Il y a quelques années, M. Bréal a découvert sur la paille un ferment dénitrificateur, travaillant même au contact de l'air.

» Tout récemment enfin, un agronome allemand, M. Wagner, retrouvant dans les fèces des animaux de la ferme le ferment découvert par M. Bréal, ou une espèce analogue, crut voir dans sa présence un danger sérieux pour la culture.

» Pour éviter que le fumier de ferme apportât au sol ces ferments dénitrificateurs, on a proposé de les détruire en traitant cet engrais par l'acide sulfurique avant de l'épandre.

» Il m'a paru que la question méritait un sérieux examen et que, avant de conseiller aux cultivateurs de dépenser des sommes considérables pour acidifier leur fumier, il convenait de voir si le danger était aussi pressant qu'on le disait.

» Mon premier soin fut de constater l'existence des ferments dénitrificateurs sur la paille et dans les déjections solides des animaux. Je réussis

sans peine à voir les nitrates disparaître de dissolutions étendues de salpêtre et de traces de phosphate de potasse exposées à l'air libre et amorcées avec de la paille, du fumier frais, du crottin de cheval et maintenues à l'étuve à 30°.

» En évaporant les dissolutions ensemencées avec des cultures précédentes, on y trouve du bicarbonate de potasse et une très faible quantité de matière organique azotée.

» Je cherchai alors quelle était la matière organique carbonée qui convenait le mieux à l'alimentation des bactéries dénitrifiantes, et je reconnus qu'elles prospéraient dans les liquides renfermant, outre le nitrate et le phosphate, de l'amidon.

» Quand on introduit, dans 100^{cc} d'eau distillée, 200^{mgr} de salpêtre, 250^{mgr} d'amidon et 10^{mgr} de phosphate de potasse, qu'on ensemence avec un liquide actif, on peut voir, à 30°, les nitrates disparaître complètement en quarante-huit heures.

» La très faible quantité de matière organique azotée qui reste dans les dissolutions conduisait à penser que l'azote devait se dégager à l'état libre; et, en effet, en remplissant un ballon de liquide renfermant : de l'amidon, un poids connu de salpêtre et du phosphate de potasse, puis en fermant avec un bouchon portant un tube abducteur dans lequel reflue le liquide, en recueillant enfin les gaz sur le mercure, on retrouve presque exactement, à l'état gazeux, la quantité d'azote introduite; sur 100^{cc} de gaz dégagés, 12^{cc} se trouvaient à l'état de protoxyde d'azote.

» Dans les recherches que nous avons exécutées autrefois, M. Maquenne et moi, sur la réduction des nitrates dans la terre arable, nous avions reconnu déjà la présence de ce gaz (1).

» Cette réduction en vase clos est assez rapide pour être montrée dans un cours; un ballon renfermant : 1^{lit} de liquide dans lequel on introduit $2^{gr},5$ d'amidon, 2^{gr} de salpêtre et $0^{gr},1$ de phosphate de potasse, ensemencé avec quelques centimètres cubes d'une culture active, donne, en une heure, une centaine de centimètres cubes d'un mélange d'azote, de protoxyde d'azote et d'acide carbonique.

» L'azote des nitrates se dégageant à l'état libre, et la réduction étant plus rapide en vase clos qu'à l'air, il devenait probable que les bactéries dénitrifiantes n'utilisaient que l'oxygène des nitrates et que, en faisant passer au travers des dissolutions un courant d'air, on retarderait, ou même

(1) *Annales agronomiques*, t. IX, p. 5.

on empêcherait complètement la réduction. Un courant d'air peu rapide n'exerce cependant aucune action; quand on active le passage de l'air, la réduction se ralentit; toutefois, si l'on a soin de remplacer l'amidon à mesure qu'il est brûlé, il ne faut pas plus d'une huitaine de jours pour que la réduction soit complète.

» Les bactéries dénitrifiantes se trouvant sur la paille et dans les déjections des animaux, il était probable qu'on les rencontrerait dans les terres cultivées, auxquelles le fumier de ferme est si fréquemment distribué. En effet, on obtient la réduction des nitrates en ensemençant avec de la terre des dissolutions de salpêtre et d'amidon. L'activité de ces bactéries dénitrifiantes n'est cependant pas suffisante pour empêcher les terres aérées, humides et maintenues à une température convenable, de se charger de quantités notables de nitrates; mais si l'on favorise le développement des organismes dénitrifiants en ajoutant de l'amidon à la terre, on peut voir les nitrates y diminuer.

» On constate également leur réduction en incorporant au sol des matières excrémentitielles, naturellement chargées de bactéries dénitrifiantes. Mais, pour réussir à obtenir dans la terre, par cette addition, la destruction des nitrates, il faut y introduire d'énormes quantités de ces matières excrémentitielles. En employant des proportions analogues à celles qu'ont utilisées les agronomes allemands, c'est-à-dire en mélangeant à 2^{kg} de terre de 200^{gr} à 400^{gr} de crottin de cheval, on assiste à la réduction des nitrates, et c'est là ce qui a conduit quelques écrivains à préconiser le traitement du fumier par l'acide sulfurique.

» Avant d'admettre cette conclusion, il faut bien remarquer que les proportions de terre et de crottin employées dans les expériences précédentes sont tout à fait en dehors, non seulement des usages, mais des possibilités de la culture. En effet, donner à 2^{kg} de terre 200^{gr} de crottin, c'est lui en donner le dixième de son poids; c'est-à-dire qu'il faudrait à 1^{ha}, pesant 4000 tonnes, ajouter 400 tonnes de crottin..., ce qui est inadmissible. Une très bonne fumure de fumier de ferme comprend au plus deux centièmes du poids de la terre. Aux 4000 tonnes de l'hectare on incorpore 80 tonnes de fumier. Or, si l'on met en expériences des terres ainsi additionnées ; si l'on met, par exemple, 500^{gr} de terre et 10^{gr} de fumier, ou de crottin, on trouve que non seulement les nitrates ne disparaissent pas, mais qu'au contraire ils augmentent.

» Depuis un temps immémorial, les cultivateurs emploient avec grand

avantage le fumier de ferme, et il eût été bien extraordinaire que l'apport de ce fumier, « loin de favoriser la formation dans le sol du plus » précieux des engrais azotés, *le nitrate* », amenât sa destruction. Notre correspondant, M. Pagnoul, a trouvé récemment de fortes proportions de nitrates dans un sol enrichi de fumier de ferme et, il y a quelques années, de nombreuses analyses comparatives d'eau de drainage de terres fumées, ou laissées sans engrais, m'ont montré qu'une notable quantité de l'azote du fumier apparaissait à l'état d'azote nitrique. On ne retrouve pas cependant à l'état de nitrates tout l'azote introduit. Mais si cet azote avait disparu à l'état gazeux par destruction d'une fraction des nitrates produits, on ne verrait pas les terres, enrichies de fumier de ferme, conserver pendant des années une fertilité durable. Cet azote ne s'est pas dissipé, il est resté incorporé au sol sous forme d'humus. C'est précisément parce que le fumier possède une action de longue durée, que la nitrification de ces matières azotées ne se produit que lentement, qu'il constitue le plus précieux de tous les engrais.

» Nous savons aujourd'hui fortifier son action par celle du nitrate de soude; il n'est même pas à craindre que les bactéries dénitrifiantes du fumier agissent d'une façon funeste sur le nitrate ajouté, car l'épandage de de ces deux engrais n'a pas lieu au même moment. Tous les cultivateurs habiles distribuent le fumier à l'automne et le nitrate au printemps. L'avantage de ces fumures mixtes est tellement reconnu, que leur emploi se généralise chaque année. Quand bien même, au reste, on incorpore à la terre, en même temps, des nitrates et du fumier, après quelques semaines, on retrouve dans cette terre plus de nitrates qu'on n'en a introduit, pourvu que le fumier de ferme ait été donné à doses modérées, analogues à celles qu'on utilise journellement.

» Je crois donc que conseiller aux cultivateurs de traiter le fumier par l'acide sulfurique avant de l'épandre, c'est les engager dans une dépense, non seulement excessive, mais en outre inutile et funeste :

» Inutile, car les bactéries dénitrifiantes n'exercent leur action qu'autant qu'elles arrivent en masses énormes, jamais employées. Funeste, car au lieu d'un engrais qui s'applique avantageusement à tous les sols, on ne conduirait plus dans les champs qu'un mélange de paille, de sulfate de potasse et de sulfate d'ammoniaque. Or, on le sait, ce dernier engrais ne convient qu'aux terres fortes. Il est sans effet sensible dans beaucoup de terres légères et devient dangereux dans les terres calcaires.

» J'ai été aidé avec beaucoup de zèle dans ce travail, exécuté en grande partie à l'École de Grignon, par M. Marcille, chimiste de la Station agronomique, et je suis heureux de le remercier de son habile collaboration (1). »

NOMINATIONS.

L'Académie procède à l'élection d'un Membre de la Section de Mécanique, en remplacement de feu M. *Resal*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 57,

M. Sebert obtient	. . . .	22 suffrages,
M. Bazin »	. . . .	19 »
M. Vieille »	. . . .	15 »
M. Lucas »	. . . .	1 »

Aucun candidat n'ayant obtenu la majorité absolue des suffrages, il est procédé à un deuxième tour de scrutin.

Le nombre des votants étant 58,

M. Sebert obtient	. . . .	29 suffrages,
M. Bazin »	. . . .	16 »
M. Vieille »	. . . .	13 »

Aucun candidat n'ayant encore réuni la majorité absolue des suffrages, il est procédé à un scrutin de ballottage entre les deux candidats qui ont obtenu le plus de voix, MM. *Sebert* et *Bazin*.

Le nombre des votants étant 58,

M. Sebert obtient	. . . .	30 suffrages.
M. Bazin »	. . . .	26 »
M. Vieille »	. . . .	1 »

Il y a un bulletin nul.

M. **Sebert**, ayant obtenu la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu. Sa nomination sera soumise à l'approbation du Président de la République.

(1) Le détail des expériences paraîtra *in extenso* dans le Cahier de février 1897, des *Annales agronomiques*.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Balland** adresse une Note portant pour titre « Marrons et châtaignes ».

(Commissaires : MM. Schlœsing, Dehérain, Aimé Girard.)

M. **Leidier** adresse, de Marseille, un Mémoire relatif à un « paratonnerre automatique pour lignes téléphoniques et télégraphiques ».

(Renvoi à la Commission des paratonnerres.)

M. **Aug. Coret** adresse de nouvelles modifications à ses instruments destinés à apprécier les mouvements d'ascension ou de descente des aérostats.

(Renvoi à la Commission des aérostats.)

M. **L. Mirinny** adresse une « Notice complémentaire sur le premier méridien universel ».

(Renvoi à la Commission.)

CORRESPONDANCE.

M. **G. Tschermak**, nommé Correspondant pour la Section de Minéralogie, adresse ses remercîments à l'Académie.

ASTRONOMIE. — *Résumé des observations solaires faites à l'observatoire royal du Collège romain pendant le second semestre* 1896. Lettre de M. **P. Tacchini** à M. le Président.

« Rome, 30 janvier 1897.

» Voici les résultats de nos observations pour les taches et les facules :

1896.	Nombre de jours d'observation.	Fréquence relative des taches.	Fréquence relative des jours sans taches.	Grandeur relative des taches.	Grandeur relative des facules.	Nombre des groupes de taches par jour.
Juillet	30	11,24	0,00	42,1	86,8	3,0
Août	27	6,34	0,11	20,8	72,4	1,8
Septembre...	29	24,59	0,00	63,4	64,0	3,4
Octobre	21	11,53	0,05	29,1	123,5	2,4
Novembre ...	17	15,30	0,00	79,9	71,5	4,0
Décembre....	17	12,18	0,00	45,8	77,1	2,9

» Dans cette série, on a un minimum secondaire remarquable pour les taches dans le mois d'août, suivi d'un maximum occasionné surtout par l'apparition d'un magnifique groupe, visible du 10 au 22 septembre : le 16, il était formé de 16 taches et 17 trous et il s'étendait jusqu'à 6′ parallèlement à l'équateur.

» Pour les protubérances, nous avons obtenu les résultats suivants :

1896.	Nombre de jours d'observation.	Protubérances. Nombre moyen.	Protubérances. Hauteur moyenne.	Protubérances. Extension moyenne.
Juillet..........	30	4,26	36″,2	1°,8
Août...........	24	4,00	34,6	1,5
Septembre......	26	3,77	34,9	1,2
Octobre	14	6,23	38,7	1,6
Novembre	9	5,56	39,9	1,9
Décembre.......	9	3,78	39,4	2,0

» La saison a été vraiment peu favorable aux observations pendant le quatrième trimestre et surtout dans les deux derniers mois de l'année. On a observé le minimum des protubérances à l'époque du maximum des taches; en comparaison de la série précédente, on peut dire que le phénomène s'est conservé presque stationnaire.

» Quant à la distribution en latitude des phénomènes solaires, voici les résultats calculés par trimestre et par zone, comme dans la Note précédente :

Latitudes.	Protubérances. 3e trimestre.		Protubérances. 4e trimestre.	
90° + 80°	0,000		0,010	
80 + 70	0,000		0,010	
70 + 60	0,000		0,005	
60 + 50	0,042		0,047	
50 + 40	0,099	0,472	0,068	0,364
40 + 30	0,127		0,073	
30 + 20	0,105		0,068	
20 + 10	0,062		0,052	
10 . 0	0,034		0,031	
0 — 10	0,082		0,094	
10 — 20	0,130		0,120	
20 — 30	0,141		0,162	
30 — 40	0,093		0,099	
40 — 50	0,065	0,528	0,099	0,636
50 — 60	0,011		0,031	
60 — 70	0,006		0,016	
70 — 80	0,000		0,010	
80 — 90	0,000		0,005	

Latitudes.	Facules. 3ᵉ trimestre.		Facules. 4ᵉ trimestre.	
50° + 40°	0,000	0,244	0,013	0,298
40 + 30	0,000		0,038	
30 + 20	0,047		0,120	
20 + 10	0,090		0,127	
10 . 0	0,107			
0 — 10	0,146	0,756	0,196	0,702
10 — 20	0,276		0,253	
20 — 30	0,223		0,190	
30 — 40	0,094		0,063	
40 — 50	0,017			

Latitudes.	Taches. 3ᵉ trimestre.		Taches. 4ᵉ trimestre.	
30° + 20°	0,037	0,345		
20 + 10	0,182		0,075	0,200
10 . 0	0,126		0,125	
0 — 10	0,182	0,655	0,200	0,800
10 — 20	0,382		0,600	
20 — 30	0,021			

» Les phénomènes de toutes espèces ont été toujours plus fréquents dans les zones australes du Soleil. Les protubérances ont été assez fréquentes à partir de l'équateur jusqu'à ±50°, comme dans le semestre précédent. Pour les facules, les limites ont été ±40°; pour les taches ±30° pendant le troisième trimestre et ±20° pendant le dernier trimestre de l'année. Il faut remarquer en outre que, pendant le semestre, les protubérances se sont montrées dans toutes les zones. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les zéros de certaines fonctions analytiques.* Note de M. **Desaint**, présentée par M. Poincaré.

« Soit la fonction $f(z)$ définie par la série

$$f(z) = \sum_{m, n, \ldots, s} \frac{A_{kk'}(z - a_1)\ldots(z - a_k)}{(z - b_1)\ldots(z - b_{k'})},$$

où $A_{kk'}$, $a_1, \ldots, a_k$, $b_1, \ldots, b_{k'}$ sont des quantités variables avec $m, n, \ldots, s$; $A_{kk'}$ est réel et garde un signe constant quand $m, n, \ldots, s$ prennent toutes leurs valeurs, la différence $k - k'$ étant la même pour toutes les fractions rationnelles qui forment les termes de cette série; de plus, tous les points

$a_1, \ldots, a_k, b_1, \ldots, b_{k'}$ sont à distance finie; considérons le cercle C (de rayon R) de surface minima parmi tous ceux qui entourent tous les pôles et les zéros des termes de la série $f(z)$; les zéros de $f(z)$ sont à l'intérieur d'un cercle concentrique au cercle C, de rayon $\frac{R}{\sin\frac{\pi}{2(k+k')}}$, où $k+k'$ est la plus forte somme des degrés des dénominateurs et numérateurs respectifs des fractions rationnelles de la série.

» Voici une première application de ce théorème; elle est relative aux fonctions algébriques.

» *Corollaire.* — Soit une fonction algébrique u de la variable z définie par $u^n + \varphi_1(z)u^{n-1} + \ldots + \varphi_p(z)u^{n-p} + \ldots + \varphi_n(z) = 0$, où $\varphi_1, \ldots, \varphi_p, \ldots, \varphi_n$ sont des fractions rationnelles de z; quand z décrit dans son plan le circuit C ne rencontrant aucun pôle de $\varphi_1, \ldots, \varphi_p, \ldots, \varphi_n$, $\sqrt[k]{|\varphi_k|(n+1)}$ atteint sa valeur maxima pour $z = z_0$ et $k = p_0$, z_0 étant un point de C; les circuits décrits par la fonction algébrique u sont à l'intérieur du cercle P concentrique à l'origine et de rayon $\frac{\sqrt[p]{|\varphi_p(z_0)|(n+1)}}{\sin\frac{\pi}{2n}}$.

» D'ailleurs, la même proposition aurait lieu si $\varphi_1, \ldots, \varphi_p, \ldots, \varphi_n$ étaient des fonctions quelconques; les pôles des fractions rationnelles seraient remplacés par les discontinuités de ces fonctions.

» Voici une proposition analogue au théorème sur les séries de fractions rationnelles :

» Soit la fonction $f(z)$ donnée par l'intégrale définie

$$f(z) = \int_{t_1}^{t_2} \frac{H(t,z)\,dt}{G(t,z)},$$

où $H(t,z)$ et $G(t,z)$ sont des fonctions holomorphes de la variable réelle t et des polynomes en z de degrés respectifs α et β, les coefficients des termes de degré le plus élevé en z de $H(t,z)$ et de $G(t,z)$ étant respectivement $A(t)$ et $B(t)$ différents de zéro pour toutes valeurs de t de t_1 à t_2. Si le rapport $\frac{A(t)}{B(t)}$ est réel et garde un signe constant pour toutes valeurs de t de t_1 à t_2, C étant un cercle de surface minima entourant les pôles et zéros de $\frac{H(t,z)}{G(t,z)}$ lorsque t varie de t_1 à t_2, les zéros de $f(z)$ sont à l'intérieur d'un cercle concentrique à C dont le rayon est $\frac{R}{\sin\frac{\pi}{2(\alpha+\beta)}}$, R étant le rayon de C.

» Nous allons déduire de là avec facilité ce corollaire sur les fonctions uniformes générales pour lesquelles le point à l'infini est ordinaire :

» Soit $f(z)$ une fonction uniforme quelconque pour laquelle le point à l'infini est un point ordinaire; traçons un cercle C entourant toutes les discontinuités de $f(z)$, et d'ailleurs aussi rapproché qu'on le veut du contour convexe de surface minima entourant les discontinuités; soit M le module maximum de $f(z)$ sur C, R étant le rayon de ce cercle; les valeurs de z, pour lesquelles $f(z)$ prend la valeur u, sont à l'intérieur d'un cercle concentrique à C et de rayon $R\sqrt{2}\left(1+\frac{M}{|A-u|}\right)$, A étant la valeur de $f(z)$ à l'infini.

» Un changement de variable bien simple nous conduira à ce théorème :

» Une fonction uniforme quelconque $f(z)$ est donnée par ses valeurs le long d'un cercle C de rayon R; soit M son module maximum sur C. La fonction $f(z)$ étant supposée holomorphe à l'intérieur de C, et

$$A=\frac{1}{2\pi}\int_0^{2\pi} f(z)\,d\varphi$$

(où $x=\alpha+Re^{i\varphi}$, α désignant l'affixe du centre de C) étant la valeur de $f(z)$ au centre de C, la fonction $f(z)$ ne peut prendre une valeur quelconque u, qu'à l'extérieur du cercle Γ concentrique à C et de rayon $\dfrac{R}{\sqrt{2}\left(1+\frac{M}{|A-u|}\right)}$.

» Nous pouvons donner à cette proposition une autre forme :

» Étant donnée une fonction uniforme quelconque $f(z)$, lorsqu'en un point P, au voisinage duquel la fonction est holomorphe, $f(z)$ prend une valeur A différente d'une quantité u, on peut fixer un cercle Γ à l'intérieur duquel certainement $f(z)$ ne prendra pas cette valeur u : soit C un cercle de rayon R inférieur à la distance de P au point singulier le plus voisin, M étant le module maximum de $f(z)$ sur ce cercle; le cercle cherché Γ est concentrique à C et de rayon $\dfrac{R}{\sqrt{2}\left(1+\frac{M}{|A-u|}\right)}$.

» Relativement à la position possible des points singuliers des fonctions uniformes données par leur valeur sur un cercle, l'on a ce corollaire :

» *Corollaire.* — Étant donnée une fonction uniforme $f(z)$ par ses valeurs le long d'un cercle C de centre α de rayon R, soit M son module

maximum sur C. En désignant par A l'intégrale

$$\frac{1}{2\pi}\int_0^{2\pi} f(z)\,d\varphi$$

[où $z = \alpha + Re^{i\varphi}$, $f(z)$, lorsque φ varie, prenant les valeurs données sur le cercle], si l'on peut trouver une quantité u différente de A telle qu'il existe au moins une valeur de z, z_1 à l'intérieur d'un cercle Γ concentrique à C et de rayon $\dfrac{R}{\sqrt{2}\left(1+\dfrac{M}{|A-u|}\right)}$, qui fasse prendre à $f(z)$ la valeur u, la fonction $f(z)$ a certainement des points singuliers dans C.

» Comme second corollaire, j'énoncerai une propriété des fonctions entières qui complète le premier théorème de M. Picard :

» Soit $f(z)$ une fonction entière donnée par ses valeurs le long d'un cercle C quelconque de rayon R; soit M son module maximum sur C; appelons A sa valeur au centre de C. Il ne peut exister deux valeurs a, b de u pour lesquelles $f(z) = u$ n'aient pas de racines à l'intérieur d'un cercle concentrique à C de rayon $\dfrac{R}{\sqrt{2}\left(1+\dfrac{M}{|A-u|}\right)}$. »

PHYSIQUE. — *Sur la comparaison des durées d'oscillation de deux pendules réglés sensiblement à la même période.* Note de M. G. **Bigourdan**, présentée par M. Lippmann.

« Dans la séance du 18 janvier dernier (*Comptes rendus*, t. CXXIV, p. 125), M. Lippmann a indiqué une méthode rapide et très précise pour comparer les durées d'oscillation de deux pendules réglés à peu près à la même période.

» Les comparaisons de ce genre se présentent notamment dans les déterminations de l'intensité de la pesanteur par le moyen d'un pendule, dont on détermine la durée d'oscillation par comparaison avec celle du balancier d'une horloge.

» Les procédés ordinaires d'observation exigent que le pendule et le balancier soient placés à peu près à la même hauteur et en face l'un de l'autre, ce qui est parfois très gênant. Avec la méthode proposée par M. Lippmann cet inconvénient est complètement évité, car elle permet de comparer deux pendules de positions relatives quelconques. Mais comme

elle exige un petit matériel électrique dont il est bon de pouvoir se passer dans les stations passagères, je ferai connaître la méthode que j'emploie pour observer les coïncidences, méthode qui est d'un usage très commode, tout en comportant plus de précision qu'il n'est nécessaire dans les déterminations de l'intensité de la pesanteur. Elle est d'ailleurs basée aussi sur l'éclairage du pendule pendant un temps très court, de sorte que ce pendule paraît immobile.

» Dans la pratique, une détermination de l'intensité de la pesanteur ne doit pas exiger plus de deux ou trois jours. Or, cet intervalle est trop court pour laisser prendre à une horloge la marche régulière qui en fait un bon garde-temps.

» Pour cette raison, au lieu d'une horloge, dont l'installation en campagne peut présenter quelque difficulté, j'emploie un simple chronomètre, sauf à éliminer ses variations de marche par la manière même dont se font les observations du pendule; et c'est ce chronomètre qui produit l'éclair, par suite de sa simple mise en marche.

» A cet effet, le balancier porte, parallèlement à son plan, une couronne plate très légère, ayant, suivant un rayon, une fente de 1^{mm} environ de large. En outre, la boîte du chronomètre est percée de part en part, en face la position qu'occupe cette fente lorsque le balancier est arrêté; par suite, à chaque oscillation, la fente passe devant l'ouverture pratiquée à travers tout le chronomètre, de sorte que, si une lampe est placée d'un côté, de l'autre on aperçoit un éclair à chaque oscillation du balancier : c'est l'éclair qui illumine l'index du pendule.

» Afin d'augmenter l'intensité lumineuse de l'éclairage, la lumière de la lampe est condensée par une première lentille sur le plan dans lequel se meut la fente; et une seconde lentille, placée de l'autre côté du chronomètre, transforme en un faisceau de rayons parallèles le faisceau conique qui a traversé la fente. Cette disposition, que j'ai indiquée dans un Mémoire déposé à l'Académie à la fin du mois de mai dernier, est réalisée depuis plusieurs mois, et depuis lors fonctionne parfaitement. La fente a 1^{mm} de large et, en raison de l'amplitude d'oscillation du balancier, donne des éclairs de $\frac{1}{400}$ de seconde. Comme la quantité de lumière est beaucoup plus que suffisante pour l'observation, même en plein jour et sans précaution spéciale, il n'est pas douteux que l'on pourrait diminuer la fente et rendre la durée des éclairs inférieure à $\frac{1}{1000}$ de seconde. »

PHYSIQUE. — *Sur une nouvelle mesure du coefficient de viscosité de l'air.* Note de MM. Ch. Fabry et A. Perot, présentée par M. A. Potier.

« L'électromètre absolu, dont nous avons donné la description (¹), n'atteint que très lentement sa position d'équilibre lorsque la distance des plateaux est faible (inférieure à 75^{μ}), à cause de la viscosité de la couche d'air qui les sépare.

» L'étude expérimentale du mouvement produit par l'addition d'une surcharge au centre du plateau mobile nous a conduits à une mesure nouvelle du coefficient de viscosité de l'air.

» La masse additionnelle que nous avons employée est d'environ $0^{gr},021$. La force qui tend à rapprocher les plateaux est donc, au début du mouvement, de 20 dynes environ. Dans ces conditions la compression de l'air est absolument négligeable (moindre qu'un millionième). La loi de compressibilité ne s'introduira pas dans l'étude du phénomène. En outre, le déplacement étant extrêmement lent, les forces d'inertie du plateau et de l'air sont négligeables. Dans les expériences que nous allons décrire, la vitesse du plateau n'a pas dépassé $1^{mm},5$ à l'heure et la force d'inertie 10^{-4} dyne.

» Ces considérations permettent de traiter le problème d'une manière simple par un calcul dont nous allons indiquer la marche.

» Le plateau mobile se déplaçant parallèlement à lui-même, la vitesse de l'air est dirigée suivant le rayon du disque.

» Soient, à l'instant t, h la distance des deux plateaux, f la résultante des forces (poids et élasticité des ressorts) qui agissent sur le plateau mobile.

» Considérons un point de la couche d'air, défini par ses coordonnées semi-polaires, r, z, θ le plan origine des z étant la surface du plateau fixe. Soient, en ce point, v la vitesse de l'air, fonction de r, de z et de t, et p la pression, fonction de r et de t.

» La couche d'air étant incompressible, l'équation de continuité appliquée au cylindre r s'écrit

$$(1) \qquad \int_0^h v\,dz = -\frac{r}{2}\frac{dh}{dt}.$$

Les forces agissant sur un élément de volume sont : la résultante des pressions et le frottement interne; l'inertie étant négligeable, ces deux

(¹) *Comptes rendus*, t. CXXIV, p. 180.

forces se font équilibre, ce qu'exprime l'équation

$$\frac{\partial p}{\partial r} = \eta \frac{\partial^2 v}{\partial z^2}, \tag{2}$$

où η est le coefficient de viscosité de l'air.

» Les équations précédentes déterminent la forme des fonctions p et v : A étant une constante, p_0 la pression atmosphérique et R le rayon du disque, on a

$$p = p_0 + \frac{A}{2}(R^2 - r^2) \tag{3}$$

et

$$v = \frac{A}{2\eta} z(h - z) r; \tag{4}$$

ces valeurs, portées dans l'équation (1), donnent

$$-\frac{dh}{dt} = \frac{1}{6} \frac{A h^3}{\eta}; \tag{5}$$

Sur l'ensemble du système mobile, les forces agissantes sont la force f et la résultante des pressions. L'inertie étant négligeable on aura, en utilisant l'équation (3),

$$f = \int_0^R 2\pi r (p - p_0)\, dr = \frac{\pi A R^4}{4},$$

d'où l'on tire la valeur de A qui, portée dans la relation (5), conduit à l'équation du mouvement

$$-\frac{dh}{dt} = \frac{2 f h^3}{3\pi R^4 \eta}.$$

La force f diminue à mesure que le plateau mobile se rapproche de sa position d'équilibre; son expression est

$$f = F(h - h_1),$$

où h_1 est la distance qui correspond à l'équilibre, et F une constante qui dépend de la sensibilité des ressorts. Donc

$$-\frac{dh}{dt} = \frac{2 F h^3 (h - h_1)}{3\pi R^4 \eta}. \tag{6}$$

L'intégration facile de cette équation conduit à la loi du mouvement; la comparaison entre la loi théorique et les résultats de l'expérience fera connaître la valeur de η.

» Nous avons donc noté, au moyen d'un chronographe de Regnault sur lequel s'inscrivaient aussi les battements de l'horloge de temps moyen de l'observatoire de Marseille, les instants de passage au centre du disque des

franges successives données par la lumière jaune du sodium lorsqu'on dépose au centre du plateau mobile une surcharge de 21^{mgr}.

» Pour connaître le numéro d'ordre de chacune de ces franges, il suffit de déterminer celui de l'une d'elles, ce que l'on fait en notant le passage d'une coïncidence des franges fournies par les lumières jaune du sodium et rouge du lithium ([1]).

» Nous avons alors construit une courbe en portant comme abscisses les temps t et comme ordonnées les distances h des deux plateaux.

» La loi du mouvement résultant de l'intégration de l'équation (6) se prête mal à la détermination de η. La méthode suivante a l'avantage de faire intervenir d'une manière simple tous les points de la courbe.

» L'équation (6) peut s'écrire

$$-\frac{dh}{h^3} = \frac{2F}{3\pi R^4 \eta}(h - h_1)dt.$$

Intégrant de t_2 à t_3

$$\frac{1}{h_3^2} - \frac{1}{h_2^2} = \frac{4F}{2\pi R^4 \eta}\left[\int_{t_2}^{t_3} h\,dt - h_1(t_3 - t_2)\right].$$

On détermine la valeur de l'intégrale qui entre dans cette équation au moyen du planimètre. Toutes les quantités qui y entrent sont alors connues, excepté η et h_1; la valeur de cette distance finale h_1 est, en effet, difficile à obtenir directement, à cause de l'extrême lenteur du mouvement à la fin de l'expérience.

» Le temps t_2 restant constant, on obtient, en donnant successivement à t_3 diverses valeurs, un certain nombre d'équations, d'où l'on tire pour h_1 et η des valeurs parfaitement concordantes, ce qui justifie les hypothèses faites dans le calcul.

» Nous avons ainsi trouvé, dans quatre expériences entièrement distinctes, les résultats suivants :

Numéro d'ordre de la frange au début de l'expérience.	η.	
134	1,73	10^{-4}
142	1,76	
167	1,70	
157	1,74	
Moyenne	1,73	10^{-4}

» La température était de 13° environ. »

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXIII, p. 802 et 990.

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Étude de variations d'énergie.* Note de M. VASCHY.

« Lorsque des forces quelconques : un poids, pression d'un fluide, forces électriques, etc., sont appliquées à un corps élastique qu'elles déforment, si elles sont équilibrées constamment par les forces élastiques, le travail de ces forces diverses dû aux déformations se transforme en énergie élastique répartie dans le corps, aucune autre variation d'énergie n'intervenant forcément dans ce phénomène. Toutefois, si le travail des forces est négatif, l'énergie élastique W peut devenir nulle, puis positive, mais jamais négative. $W = 0$ correspond à l'absence de déformations et de forces élastiques.

» *Exemple.* — Fil d'acier, de longueur l, tendu par un poids croissant graduellement de o à P. Le travail $\frac{1}{2}P\,\delta l$ de la pesanteur, correspondant à l'allongement δl du fil, se transforme en une quantité égale d'énergie élastique créée dans ce fil. Le travail du même poids décroissant de P à o a la valeur négative $-\frac{1}{2}P\,\delta l$, ce qui ramène l'énergie élastique à zéro. On peut dire encore que le travail positif $+\frac{1}{2}P\,\delta l$ de la pesanteur constitue une perte d'énergie du champ de la pesanteur ou gravitation terrestre.

» Dans un champ électrique ou magnétique à potentiel uniforme, un simple déplacement sans déformation des corps soumis à des forces électriques ou magnétiques donne lieu à un travail positif ou négatif de ces forces, qui constitue une perte ou un gain d'énergie du champ, suivant la formule

$$(1)\qquad \delta\mathfrak{T} + \delta W = 0,$$

qui n'est plus vérifiée lorsque le potentiel uniforme n'existe pas dans tout le champ, comme je l'ai démontré dans ma Note du 1er février 1897.

» Si les corps subissent des déformations élastiques, les forces électriques et magnétiques, comme les autres forces, produisent un travail $\delta\mathfrak{T}'$ correspondant aux déformations, et ce travail se transforme en une quantité égale d'énergie élastique, qui est égale et de signe contraire à la variation δW de l'énergie électrique ou magnétique.

» On fait quelquefois l'objection suivante aux méthodes où l'on calcule la variation δW de l'énergie électrique par la formule (1). Cette objection pouvant s'appliquer aussi bien au calcul des énergies élastique et magnétique, examinons-la pour tous ces cas :

« Le phénomène comporte une variation de chaleur, que l'on néglige » dans le raisonnement. »

» Il se produit effectivement, dans un corps *comprimé*, par exemple, par une force quelconque, une élévation de température *sans variation de chaleur*, donnée par la formule bien connue

$$dQ = 0 = c\,dt + l\,dv.$$

Que cette élévation de température puisse produire une cession plus ou moins lente de chaleur du corps au milieu ambiant, cela est certain. Mais c'est là évidemment un phénomène secondaire, dû à la conductibilité du corps et sans influence sur le phénomène élastique, électrique ou magnétique qui s'est produit. De même pour tout effet secondaire, notamment la transformation spontanée de l'énergie élastique en chaleur (rapide dans le plomb, beaucoup plus lente dans les métaux dits *parfaitement élastiques*). »

PHYSIQUE. — *Sur le principe d'Avogadro-Ampère, considéré comme loi limite.* Note de M. A. **Leduc** [1], présentée par M. Lippmann.

« Admettant la notion de poids moléculaire comme fondée sur l'identité des molécules d'un même gaz, j'appelle *volume moléculaire relatif* d'un gaz par rapport à un autre, le quotient $v = \frac{m}{d}$ de son poids moléculaire par sa densité, pris tous deux par rapport au deuxième gaz.

» De même qu'il est avantageux de rapporter les poids moléculaires à celui de l'oxygène, il sera très commode de rapporter nos densités à un gaz fictif qui aurait le même poids moléculaire que l'oxygène, mais suivrait la loi de Mariotte à 0° et au voisinage de la pression atmosphérique [2]. Pour abréger, j'appellerai simplement *volume moléculaire* le rapport ainsi défini.

» Le principe d'Avogadro, pris à la lettre, exprime que $v = 1$ pour tous les gaz; mais, pour tenir compte de ce que ceux-ci ne sont pas également compressibles ni dilatables, il importe d'ajouter : suffisamment éloignés des conditions où ils se liquéfient.

» Cet énoncé, bien que vague, ne pouvait pas s'accommoder des nombres

---

(1) Travail commencé au laboratoire des Recherches physiques, et continué au laboratoire d'Enseignement physique, à la Sorbonne.

(2) Il semble qu'un pareil gaz devrait avoir pour coefficient de dilatation unique $\alpha = 0,003665$ et un point critique voisin de $-180°$ C. (voir plus loin).

qui étaient classiques lorsque j'ai commencé mes expériences sur les gaz.

» Je me suis proposé de préciser, s'il était possible, le principe d'Avogadro, et guidé par la loi si remarquable de Van der Walls, je l'énonçai dès 1893 [1] sous la forme suivante : *A des températures et sous des pressions correspondantes, tous les gaz ont le même volume moléculaire.*

» Je suis amené aujourd'hui, par mes expériences, à considérer cette loi comme plus générale que le principe des états correspondants. Pour en juger, admettons-la comme un principe, et cherchons à en vérifier les conséquences.

» I. J'ai déterminé la densité d'un certain nombre de gaz par rapport à l'oxygène dans les conditions normales et d'autre part leur compressibilité à 0° et au voisinage de la pression atmosphérique. Cela permet de calculer leur densité par rapport à l'oxygène à 0° et sous des pressions correspondantes $\varepsilon\Pi$, soit par exemple $\frac{1}{76}$ de leur pression critique Π.

» Si l'on connaissait le coefficient moyen de dilatation de chacun de ces gaz sous la pression $\varepsilon\Pi$, entre 0° et leurs températures correspondantes, on pourrait ramener finalement les volumes moléculaires aux conditions correspondantes.

» Ces données font presque totalement défaut; mais il est facile de voir que le volume moléculaire d'un gaz à 0°, réduit à la pression correspondante, doit être d'autant plus petit que sa température critique est plus élevée. Si donc on dessine la courbe ayant pour abscisses les températures critiques θ et pour ordonnées les différences $y = 1 - \frac{v}{v_0}$ [2], v_0 étant le volume moléculaire de l'oxygène, le coefficient angulaire de sa tangente doit être constamment positif, et l'on prévoit même qu'il sera toujours croissant.

» Nous vérifierons qu'il en est toujours ainsi, excepté pour l'acide chlorhydrique et le gaz ammoniac dont les points figuratifs sont notablement au-dessus de la courbe. Nous interpréterons ces exceptions.

» II. Représentons, avec Regnault, la compressibilité d'un gaz à 0°, et au voisinage de la pression atmosphérique, par

$$\frac{P_0 V_0}{PV} - 1 = A(P - P_0) \ (^3),$$

---

(1) Conférence faite au laboratoire de M. Friedel. Carré, éditeur.

(2) $\frac{v}{v_0}$ est la donnée expérimentale directe, ramenée aux pressions correspondantes.

(3) Voir *Comptes rendus*, 9 novembre 1896.

et considérons deux gaz dont les données critiques sont Θ_1, Θ_2, Π_1, Π_2. Dans des conditions correspondantes, $m\Theta_1$, $m\Theta_2$, $\varepsilon\Pi_1$, $\varepsilon\Pi_2$, ces deux gaz ont, disons-nous, le même volume moléculaire. Sans changer les températures, portons ces gaz aux pressions $\varepsilon'\Pi_1$, $\varepsilon'\Pi_2$. Leurs volumes moléculaires sont diminués respectivement de $A_1(\varepsilon'-\varepsilon)\Pi_1$ et $A_2(\varepsilon'-\varepsilon)\Pi_2$; mais puisqu'ils demeurent égaux, on doit avoir

$$A_1\Pi_1 = A_2\Pi_2.$$

» Il serait difficile d'étudier la compressibilité des divers gaz à des températures correspondantes. Mais il est clair que, si l'on opère à la même température pour tous, le produit $A\Pi$ croîtra toujours avec la température critique. On prévoit même que la courbe $z = A\Pi = \varphi(\Theta)$ tournera aussi sa concavité vers l'axe des z.

» Cette deuxième conséquence est encore pleinement justifiée, excepté pour les même gaz : acide chlorhydrique et ammoniac.

» *Remarque.* — La courbe $z = \varphi(\Theta)$ coupe l'axe des abscisses au voisinage de $\Theta = 93^\circ$, c'est-à-dire -180° C. A serait donc nul pour un gaz ayant cette température critique : ce gaz suivrait la loi de Mariotte à 0°.

» L'ordonnée y_1 de la première courbe pour cette même abscisse donne le volume moléculaire de l'oxygène réel par rapport à notre gaz fictif. Il suffit d'ajouter y_1 aux valeurs de y pour obtenir $1-v$ défini au début.

» III. Ces courbes vont nous permettre de calculer non seulement les densités et les coefffcients A de la plupart des gaz dont on connaîtra le poids moléculaire ainsi que la température et la pression critiques, mais encore leur coefficient de dilatation dans les conditions que l'on voudra.

» Proposons-nous de calculer le coefficient moyen α_1 de dilatation de l'anhydride sulfureux entre 0° et 100°, sous la pression constante de 76^{cm}.

» Soit Θ_1 sa température critique et Θ_0 une autre température telle que 0° et 100° C. leur correspondent respectivement :

$$\frac{373}{\Theta_1} = \frac{273}{\Theta_0}.$$

» Imaginons que Θ_0 soit la température critique d'un autre gaz dont la pression critique sera Π_0.

» La première courbe donne les volumes moléculaires v_1 et v_0 sous les pressions respectives de $\varepsilon\Pi_1$ et $\varepsilon\Pi_0$. La deuxième nous permet de calculer v'_1 et v'_0 pour les pressions correspondantes $\varepsilon'\Pi_1 = 76^{cm}$ et $\varepsilon'\Pi_0$.

» La réduction à opérer est, en effet, $A_1(\varepsilon'-\varepsilon)\Pi_1$ pour l'un et $A_0(\varepsilon'-\varepsilon)\Pi_0$ pour l'autre. Or, $A_1\Pi_1$ et $A_0\Pi_0$ sont les ordonnées z_1 et z_0 de la deuxième courbe pour les abscisses Θ_1 et Θ_0.

» Cela posé, si notre loi est vraie, il suffit de porter l'anhydride sulfureux de 0° à 100° pour égaliser les volumes moléculaires, et l'on a

$$v'_1 \frac{1 + 100\alpha_1}{1 + 100\alpha} = v'_0,$$

d'où l'on tire

$$\alpha_1 = \alpha \left[1 + 3{,}73 \left(\frac{v'_0}{v'_1} - 1 \right) \right].$$

» On trouve ainsi $\alpha_1 = 3895.10^{-6}$. Regnault a donné 3903.10^{-6}.

» J'ai calculé de même les coefficients des trois autres gaz facilement liquéfiables étudiés par Regnault. Les nombres obtenus sont :

Cyanogène.............	3871.10^{-6}	au lieu de	3877.10^{-6}
Protoxyde d'azote.......	3731	»	3719
Anhydride carbonique...	3723	»	3710

» Les écarts sont faibles et imputables, en majeure partie, aux erreurs de détermination de Regnault [1], ainsi que nous le montrerons prochainement.

» La loi qui sert de base à ces calculs reçoit donc encore ici une confirmation remarquable. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les chlorures d'argent ammoniacaux.* Note de M. **R. Jarry** [2], présentée par M. Troost.

« I. A une température donnée, une solution ammoniacale de chlorure d'argent, soumise à l'action du vide, se comporte d'abord comme une solution aqueuse de gaz ammoniac; la pression au-dessus du liquide diminue à chaque appel de gaz; mais, à 0° par exemple, le manomètre s'arrête quand on atteint la pression de 268^{mm}, et à ce moment 10^{cc} à 15^{cc} de liquide peuvent dégager plus de 500^{cc} de gaz ammoniac sans que la pression varie. Si l'on continue à faire le vide, le manomètre reprend sa marche descendante et s'arrête de nouveau à 17^{mm}. Tenant compte de la pression exercée par la vapeur d'eau dans l'appareil, on trouve, pour les pressions dues dans l'un et l'autre cas au gaz ammoniac seul, 263^{mm} et 12^{mm}; ce sont précisément les tensions de dissociation, dans le vide sec à 0°, des deux composés $AgCl, 3AzH^3$ et $AgCl, 1{,}5AzH^3$ [3] signalés par Isam-

(1) Ajoutons qu'une erreur d'une unité sur le troisième chiffre des α_1 correspond à une somme d'erreurs de 7 dix-millièmes sur v'_0 et v'_1.

(2) Travail fait au laboratoire de Chimie de l'École Normale supérieure.

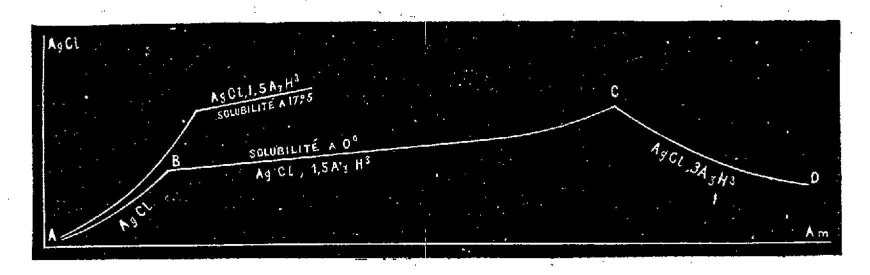
(3) La tension de dissociation à 0° a été mesurée par Isambert pour le seul composé

bert [1]. Il est donc permis de supposer que ces deux chlorures ammoniacaux se sont formés successivement dans l'expérience précédente, et qu'ils possèdent dans l'eau la même tension de dissociation que dans le vide sec.

» II. L'étude de la solubilité du chlorure d'argent dans l'eau ammoniacale vient confirmer cette manière de voir. Pour établir la loi que suit cette solubilité, j'ai fait dissoudre du chlorure d'argent dans une série de solutions ammoniacales de concentration différente et maintenues à 0°; le chlorure d'argent et l'ammoniac ont été dosés dans ces solutions, et le Tableau suivant contient quelques-uns des résultats obtenus, rapportés à un volume constant de liquide, 10^{cc} :

	Am.	AgCl.		Am.	AgCl.		Am.	AgCl.
	gr	gr		gr	gr		gr	gr
(1)	0,145	0,049	(5)	1,177	0,468	(9)	3,019	0,725
(2)	0,294	0,136	(6)	1,636	0,518	(10)	3,243	0,587
(3)	0,560	0,344	(7)	2,816	0,659	(11)	3,456	0,477
(4)	0,624	0,400	(8)	2,980	0,709	(12)	3,748	0,390

» Si l'on porte en abscisses les poids d'ammoniac, et en ordonnées les poids de chlorure d'argent dissous, on obtient à 0° la courbe ABCD représentée sur la figure ci-dessous, et à d'autres températures des courbes analogues :



» La courbe ABCD présente deux points de discontinuité : elle change brusquement d'allure en B pour une solution contenant $0^{gr},624$ de gaz ammoniac et $0^{gr},40$ de chlorure d'argent par 10^{cc}, puis une seconde fois

---

$AgCl, 3AzH^3$; les deux valeurs qu'il a trouvées, 273^{mm} et 293^{mm}, sont peu concordantes. J'ai repris ces mesures en évitant l'emploi de tubes de caoutchouc pour établir les communications, et j'ai obtenu, pour les deux composés $AgCl, 1,5AzH^3$ et $AgCl, 3AzH^3$, des tensions de dissociation respectivement égales à 12^{mm} et 262^{mm}.

(1) Isambert, *Annales de l'École Normale supérieure*, t. V, p. 129.

pour une solution contenant, sous le même volume, $3^{gr},019$ d'ammoniac et $0^{gr},72$ de chlorure d'argent.

» Considérons la première de ces solutions, qui contient $0^{gr},624$ de gaz ammoniac et $0^{gr},40$ de chlorure d'argent par 10^{cc}, et admettons que l'argent s'y trouve à l'état de chlorure ammoniacal $AgCl, 1,5AzH^3$; $0^{gr},40$ sont alors unis à $0^{gr},071$ d'ammoniac, et la solution ne renferme plus à l'état libre que $0^{gr},553$ de ce gaz; or c'est là très sensiblement le poids d'ammoniac (1) qui serait nécessaire pour saturer le même volume de solution à 0°, sous une pression égale à la tension de dissociation, 12^{mm}, de ce chlorure. Dans le cas de la solution C, on arrive à un résultat semblable, en supposant qu'il s'agit cette fois du second chlorure $AgCl, 3AzH^3$.

» Ces considérations permettent d'expliquer l'allure de la courbe ABCD : tant que l'eau contient moins d'ammoniac qu'il n'en faut pour la saturer sous la tension de dissociation du corps $AgCl, 1,5AzH^3$, aucun des deux chlorures ammoniacaux ne saurait exister, c'est la solubilité du chlorure d'argent AgCl que l'on observe (courbe AB). Pour les solutions saturées sous des pressions intermédiaires entre les tensions de dissociation des deux chlorures, le composé $AgCl, 1,5AzH^3$ seul peut et doit exister, il se dissout avec sa loi de solubilité propre (courbe BC); enfin, une troisième loi de solubilité (courbe CD) correspond aux solutions saturées sous des pressions supérieures à la tension de dissociation du composé $AgCl, 3AzH^3$: c'est ce second chlorure ammoniacal qui, en effet, se forme et se dissout dans ces conditions.

» Soit maintenant une solution caractérisée par un point de la courbe compris entre B et C : ajoutons un peu de chlorure d'argent sec; celui-ci, se trouvant en présence d'eau saturée sous une pression supérieure à la tension de dissociation du chlorure $AgCl, 1,5AzH^3$, prendra de l'ammoniac à la solution pour se transformer en ce composé; c'est ce que j'ai pu vérifier expérimentalement : l'état d'équilibre caractérisé par les nombres (5) a été obtenu en ajoutant du chlorure d'argent sec à la solution (6). Mais, au contraire, l'addition du chlorure d'argent sec à la solution B n'a en rien modifié l'état d'équilibre : l'eau, simplement saturée sous la tension de dissociation du composé $AgCl, 1,5AzH^3$, n'abandonne plus d'ammoniac au chlorure d'argent.

» III. Toutes choses égales d'ailleurs, la solubilité du chlorure d'argent

(1) Ce poids, calculé d'après les Tables de Roscoë et Dittmar et de Lunge et T. Wiernick, est de $0^{gr},550$.

dans l'ammoniaque croît avec la température; il suffit de saturer de chlorure d'argent, à la température de 20°, une solution ammoniacale, et de la refroidir ensuite à 0°, pour voir se déposer dans toute la masse des cristaux qui sont inaltérables à la lumière et fortement biréfringents : ce ne sont donc pas des cristaux de chlorure d'argent; l'analyse permet d'ailleurs de constater que les solutions ammoniacales moyennement concentrées laissent déposer des cristaux du composé $AgCl, 1,5 AzH^3$; c'est au contraire le chlorure $AgCl, 3 AzH^3$ qui se dépose des solutions très concentrées.

» Ce n'est pas seulement par refroidissement que l'on peut produire une telle cristallisation dans une solution ammoniacale de chlorure d'argent : si la solution est, à 0°, caractérisée par un point de la courbe CD, il suffit d'y faire passer un courant de gaz ammoniac; il faut, au contraire, faire le vide, de façon à diminuer la teneur du liquide en ammoniac, s'il s'agit d'une solution caractérisée par un point de la courbe BC.

» *En résumé*, dans le cas des chlorures ammoniacaux, la dissociation dans un espace occupé par l'eau se produit de la même manière que dans le vide. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Sur quelques réactions colorées*. Note de M. **E. Piñerua**, présentée par M. Troost.

« Ces colorations sont obtenues avec l'acide β-naphtol sulfurique, préparé en dissolvant $0^{gr},02$ de β-naphtol dans 1^{cc} d'acide sulfurique de densité 1,83; on ajoute 10 à 15 gouttes de ce réactif à $0^{gr},05$ environ du corps à caractériser; si ce dernier est en solution, on évapore doucement à siccité.

» L'*acide tartrique* donne d'abord une coloration *bleue* qui, si l'on continue à chauffer graduellement, passe à une teinte d'un *vert* très prononcé; si, à la matière refroidie, on ajoute alors quinze à vingt fois son volume d'eau, on obtient une couleur *jaune rouge* persistante.

» L'*acide citrique* donne une coloration *bleue* intense qui ne passe pas au vert par une application prolongée de la chaleur; l'addition de quinze à vingt fois son volume d'eau, à la matière refroidie, détruit la coloration et donne une solution *incolore* ou très légèrement *jaunâtre;* une petite quantité d'acide tartrique mélangée à l'acide citrique suffit pour faire apparaître la coloration *verte* que l'acide citrique pur ne produit jamais; $\frac{10}{100}$ à $\frac{12}{100}$ d'acide tartrique produisent alors une teinte *bleu vert* sombre.

» L'*acide malique* pur donne tout d'abord une coloration *vert jaune*, qui devient *jaune vif* en prolongeant l'action de la chaleur; cette teinte est facile à percevoir, même avec de très petites quantités d'acide, en inclinant la capsule dans laquelle on fait l'expérience, de manière à étendre le liquide sur ses parois. L'addition d'eau fait passer la couleur à l'*orangé vif*.

» Ces réactions sont caractéristiques et faciles à observer; il est nécessaire seulement de chauffer avec précaution et de retirer la capsule du feu dès qu'on voit une coloration quelconque apparaître; quand celle-ci cesse de croître en intensité, on chauffe de nouveau s'il y a lieu. D'autres acides organiques donnent également lieu à des phénomènes de coloration du même genre, mais moins nets, de sorte qu'ils ne sont pas caractéristiques.

» L'acide β-naphtol sulfurique peut également servir à caractériser les *nitrites alcalins;* 10 gouttes de ce réactif, ajoutées à $0^{gr},05$ de nitrite de soude dissous dans quelques gouttes d'eau, donnent lieu à la formation d'une coloration *rouge* très intense, qui ne se modifie pas quand on ajoute de l'eau.

» Les nitrates alcalins peuvent être caractérisés d'une manière analogue à l'aide d'une dissolution de $0^{gr},10$ de résorcine dans 1^{cc} d'acide sulfurique à 66°; l'action de ce réactif sur $0^{gr},05$ de nitrate de potasse ou de nitrate de soude détermine l'apparition d'une coloration rouge brun qui devient ensuite violet très intense, et que l'addition d'eau fait passer à l'orangé.

» Il suffit de $0^{gr},02$ de chlorate de potasse pour donner, avec le même réactif, une couleur verte très intense, qui vire au brun quand on ajoute de l'eau. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur une nouvelle méthode de préparation des amines primaires*. Note de M. **Marcel Delépine.**

» Dans une Note antérieure, j'ai montré que les sels d'ammonium de l'hexaméthylène-amine, traités par un acide destiné à en provoquer l'hydratation, donnaient un mélange de sel ammoniacal et d'un sel d'amine primaire correspondant au radical introduit dans la molécule (¹). Ainsi,

(¹) *Comptes rendus*, t. CXX, p. 501.

l'iodamylate avait été détruit par l'acide chlorhydrique, suivant l'équation :

$$C^6H^{12}Az^4.C^5H^{11}I + 3HCl + 6H^2O$$
$$= 6CH^2O + 3AzH^4Cl + C^5H^{11}AzH^2.HI.$$

» Ce procédé peut être perfectionné au point d'en faire une méthode de préparation des amines primaires; de nouvelles recherches, faites en vue d'en étendre les résultats, ont été entreprises, et j'ai l'honneur de les présenter aujourd'hui.

» Un perfectionnement, suscité à la fois par l'emploi que j'en avais fait déjà pour détruire les combinaisons méthyléniques des méthylamines ([1]) et par des questions thermochimiques que j'étudie depuis, a été de faire la réaction en milieu alcoolique. Des recherches en cours donnent, pour la chaleur de formation de l'aldéhyde formique dissous, une valeur qui sera voisine de $40\text{-}41^{Cal}$; d'autre part, MM. Berthelot et Ogier ([2]) ont trouvé, pour la chaleur de formation du méthylal liquide, 125^{Cal}; de sorte que la formation de ce corps, à partir de l'alcool méthylique liquide (chaleur de formation $62^{Cal},4$) et de l'aldéhyde formique dissous selon l'équation

$$CH^2O + 2CH^4O = CH^2(OCH^3)^2 + H^2O \text{ liquide},$$

se solde par un dégagement de chaleur d'environ

$$125 + 69 - (62,4 \times 2 + 40) = 29^{Cal},2.$$

Avec l'alcool ordinaire, on aurait vraisemblablement un chiffre du même ordre et, certainement, on peut escompter une plus grande facilité dans les réactions en en provoquant la transformation avec production simultanée de formal diéthylique $CH^2(OC^2H^5)^2$.

» L'équation devient alors

$$C^6H^{12}Az^4.RR' + 3HCl + 12C^2H^6O$$
$$= 6CH^2(OC^2H^5)^2 + 3AzH^4Cl + RAzH^2.HR'$$

et se fait avec l'énergie supplémentaire apportée par la formation des 6 molécules $CH^2(OC^2H^5)^2$.

» C'est ce qu'a vérifié l'expérience.

» Au lieu de s'adresser aux deux amines déjà préparées, il était préférable d'essayer d'en préparer d'autres, pour justifier la généralisation de la nou-

---

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXII, p. 1064.
([2]) *Comptes rendus*, t. XCII, p. 774.

velle méthode. C'est pourquoi on s'est adressé à une amine grasse non saturée, l'allylamine, et à une amine contenant un noyau aromatique, la benzylamine. Les sels d'ammonium qui y correspondent se forment avec la plus grande facilité.

» On délaie l'hexaméthylène-amine pulvérisée avec quatre ou cinq fois son poids de chloroforme; on y ajoute un peu plus d'une molécule, soit d'iodure d'allyle, soit de chlorure de benzyle, et l'on chauffe très doucement au bain-marie. Dès que le chloroforme commence à bouillir, la réaction s'anime et s'achève rapidement : en moins de vingt minutes, on obtient 96 pour 100 du rendement théorique. On enlève l'excès de chloroforme, suffisant pour avoir retenu en dissolution l'hexaméthylène-amine et l'éther qui n'ont pas réagi, par un essorage à la trompe et, après lavage au chloroforme, on obtient un produit ayant la composition théorique : $C^6H^{12}Az^4$, C^3H^5I ou C^7H^7Cl. Si l'on veut avoir un produit en magnifiques cristaux, il n'y a qu'à laisser, à la température ordinaire, une solution chloroformique d'hexaméthylène-amine additionnée de l'éther voulu.

» Pour obtenir l'amine, on dissout le sel dans de l'alcool à 95° et de l'acide chlorhydrique aqueux de 1,33 de densité, dans les proportions suivantes :

$$C^6H^{12}Az^4,RR' + 12C^2H^6O + 3HCl.$$

» La dissolution est très rapide; on chauffe ensuite doucement, jusqu'à ce que des cristaux de chlorhydrate d'ammoniaque apparaissent. A ce moment, la réaction se continue presque seule; avec l'iodallylate, elle s'accélère même. La masse de sel ammoniac solide augmente et bientôt le liquide se sépare en deux couches, une supérieure de formal diéthylique $CH^2(OC^2H^5)^2$, une inférieure, qui est une solution hydro-alcoolique saturée par le sel ammoniac en majeure partie solide et le sel de l'amine. C'est grâce à cette saturation que le formal se sépare à l'état liquide et vient surnager. Lorsque ce dernier ne paraît plus augmenter, on distille pour le chasser. On réintroduit, dans l'appareil distillatoire, le tiers des proportions d'alcool et d'acide chlorhydrique primitivement employées; on distille un volume égal au volume réajouté et l'on réitère l'addition d'alcool et d'acide. Après ces deux additions, il ne se fait plus guère de formal, si l'on en juge à l'odeur du produit distillé. Cette réitération de l'attaque est nécessaire, car il se produit intermédiairement le composé méthylénique de l'amine primaire, plus difficile à décomposer. Ce composé intermédiaire est facile à mettre en évidence avec le chlorobenzylate; après la première distillation, on additionne d'un alcali fixe le résidu privé par essorage du sel ammoniac solide; il se forme une huile épaisse, incolore, insoluble dans l'eau, soluble dans l'éther, qui, lavée à l'eau et traitée séparément par HCl et l'alcool, donne du formal diéthylique et du chlorhydrate de benzylamine pur. C'est une combinaison du même ordre que j'avais autrefois obtenue dans la préparation de l'amylamine : l'huile obtenue, très difficile à déshydrater, distille entre 260° et 310° sans paraître s'altérer. Les produits distillés, traités par l'alcool chlorhydrique, donnent du formal diéthylique et du chlorhydrate d'amylamine pur. Ceci montre bien qu'il s'agit d'une combinaison d'aldéhyde formique et d'amine primaire.

» Pour avoir les amines, il n'y a donc plus qu'à séparer l'ammoniaque par les procédés usités, suivant les propriétés des amines formées. Dans le cas de la benzylamine, l'addition d'un alcali caustique au résidu de la troisième distillation la sépare sous forme d'une huile à peine colorée qui, desséchée sur la potasse solide, passe complètement à 184°; ce caractère suffit à montrer la précision de la méthode; des analyses ont d'ailleurs été faites et ont donné toute satisfaction. Comme rendement, 70gr d'hexaméthylène-amine et 70gr de chlorure de benzyle (1,1 mol.) ont fourni, après vingt minutes de chauffe, dans les conditions précitées, 129gr de chlorobenzylate, soit 96,6 pour 100, lesquels ont donné 45gr de benzylamine, passant à 184°; soit 84 pour 100 à partir de l'hexaméthylène-amine employée et 87 pour 100 à partir du chlorobenzylate.

» L'allylamine donne lieu aux mêmes remarques.

» On voit donc, par là, qu'il devient facile d'avoir une amine primaire pure, si l'on peut combiner l'éther minéral correspondant à l'hexaméthylène-amine, ce qui paraît probable dans beaucoup de cas. »

HYGIÈNE INDUSTRIELLE. — *De l'assainissement de l'industrie des allumettes.* Note de M. **Magitot**. (Extrait.)

« Ce n'est pas la première fois que nous soumettons au jugement de l'Académie des recherches sur les accidents qui atteignent les ouvriers employés à la manipulation du phosphore blanc. Dès 1875 (26 octobre) nous avons, dans une Note qui lui a été présentée, cherché à établir quel est le mode de production de l'accident dominant de cette industrie, la nécrose des mâchoires, et quels sont les moyens d'en conjurer les atteintes.

» Depuis cette époque, nous avons publié un certain nombre de Mémoires, Notes, discours ou conférences, ayant tous le même objet : la pathogénie des accidents du phosphore et leur prophylaxie, c'est-à-dire le problème de l'assainissement de l'industrie des allumettes.

» L'ensemble de nos recherches a porté sur tous les points de la question : les causes des accidents, leur genèse, leurs formes diverses, l'empoisonnement général ou *phosphorisme,* l'accident local, la *nécrose* ou mal chimique et jusqu'à l'histoire de l'industrie, sa répartition dans les différents pays, la législation comparée qui régit la fabrication, etc.

» Nous nous croyons donc autorisé aujourd'hui à résumer, en une sorte de synthèse, les termes dans lesquels se contient le problème de l'assainis-

sement d'une industrie restée insalubre depuis soixante ans, soit dès son origine même.

» Il serait étrange d'interdire, comme on le propose, l'emploi du phosphore blanc, c'est-à-dire de supprimer une industrie dans le but de l'assainir. Il est bien heureux que l'on n'ait pas procédé de la sorte pour tant d'industries réputées dangereuses : plomb, mercure, caoutchouc, matières colorantes et, en général, tous les grands poisons industriels, aujourd'hui devenus, pour la plupart, inoffensifs. Le phosphore lui-même aurait sans doute été déjà interdit aussi, puisque sa préparation, aujourd'hui sans danger, a fait naguère tant de victimes.

» D'ailleurs, dans tous les pays d'Europe, sauf le Danemark resté fidèle, depuis la loi de 1874, à la proscription du phosphore blanc, cette interdiction, plusieurs fois essayée, a été repoussée. En Suisse, une loi prohibitive de 1882 a été rapportée après deux ans d'expérience. Tentée en Belgique qui est un centre important de production, on a dû de même y renoncer. En Allemagne, la fabrication est restée libre, sous la réserve de mesures sanitaires, et en France, malgré le courant d'opinion très général en faveur de l'interdiction, on n'a jamais osé la mettre en pratique. Elle a donc été abandonnée partout, mais les mesures d'assainissement appliquées depuis lors ont singulièrement amélioré l'état de l'industrie.

» La question, du reste, n'est pas là. La prohibition légale du phosphore est une voie sans issue. De même, la recherche de l'allumette sans phosphore, essayée à plusieurs reprises, est restée sans résultat. Restent les machines fabriquant automatiquement les allumettes ; mais leur application en France est encore bien lointaine, et d'ailleurs elles ne suppriment ni le phosphore blanc ni ses dangers ; elles réduisent seulement le nombre des ouvriers exposés.

» La solution est tout entière dans l'hygiène. Nous allons le prouver :

» Les dangers qui menacent les ouvriers du phosphore blanc se présentent sous deux formes : le *phosphorisme* et la *nécrose*.

» Le phosphorisme, c'est l'empoisonnement lent et chronique de l'ouvrier par les vapeurs phosphorées. La nécrose, c'est l'accident local de la face, qui ne peut se produire que chez les individus porteurs d'une certaine lésion préalable de la bouche, aisément reconnaissable : c'est une *carie dentaire*.

» Or, le phosphorisme disparaîtra par la *ventilation* forcée des ateliers, et il n'est pas d'ingénieur qui se déclare incapable, avec les moyens mécaniques actuels, d'éliminer d'une salle de travail toute émanation nocive.

Quant à la nécrose, elle sera supprimée le jour où l'on aura exclu rigoureusement du personnel ouvrier tout individu porteur de la lésion initiale dont il s'agit : cette réforme, c'est la *sélection ouvrière*.

» L'application de ces principes peut d'ailleurs être immédiate, c'est-à-dire dans les seuls délais nécessaires pour procéder à l'installation d'une machine et pour éviter de réduire trop brusquement, par la sélection, le personnel et éviter une crise ouvrière ou une grève.

» Toute usine dans laquelle ces réformes ne seraient pas applicables devra être supprimée; elle n'est pas assainissable....

» *Conclusions*. — Nous croyons donc devoir formuler les conclusions suivantes :

» 1° L'assainissement de l'industrie des allumettes au phosphore blanc est un problème dont la solution est aujourd'hui simple et facile.

» 2° La méthode d'assainissement consiste en deux ordres de moyens basés sur les deux facteurs des accidents, lesquels facteurs sont : (a) le *phosphorisme;* (b) la *nécrose* ou *mal chimique*.

» 3° Au phosphorisme, on opposera la ventilation des ateliers par des moyens artificiels, assez puissants pour soustraire les ouvriers aux émanations toxiques, résultat d'ailleurs réalisé dans maintes industries similaires. A la nécrose, on opposera la sélection ouvrière, c'est-à-dire le recrutement et le maintien du personnel parmi les individus entièrement dépourvus de toute lésion de la bouche et de l'appareil dentaire, capable de fournir une porte d'entrée au mal chimique.

» 4° *Ventilation* et *sélection*, le problème de l'assainissement est tout entier dans ces deux termes.

» 5° Parmi les usines qui fabriquent actuellement des allumettes, on en trouverait plusieurs parfaitement salubres, dans lesquelles aucun accident ne s'est jamais produit; d'autres, en grand nombre, n'ont plus que des accidents relativement rares; elles sont assainissables par l'hygiène. Quelques-unes enfin sont dans un tel état de dégradation et d'insalubrité, que leur assainissement est impossible : ces dernières doivent être supprimées.

» 6° L'assainissement absolu d'une usine est réalisable d'une manière immédiate, c'est-à-dire dans les seuls délais nécessaires à l'application d'une machine à ventilation et à la pratique méthodique et graduée de la sélection, afin d'éviter une crise ouvrière. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur le dosage du bitartrate de potasse dans les vins.* Note de M. **Henri Gautier**, présentée par M. H. Moissan.

« Le bitartrate de potasse est un des éléments dont la détermination présente le plus d'importance dans l'analyse des vins; de nombreuses méthodes ont déjà été indiquées pour ce dosage. Nous rappellerons en particulier l'important Mémoire de MM. Berthelot et de Fleurieu sur ce sujet (¹). Ces savants ont tenu à déterminer non seulement le bitartrate de potasse, mais encore l'acide tartrique total et la potasse totale.

» Lorsque l'on veut doser seulement le bitartrate de potasse existant dans un vin, on peut avoir recours au procédé suivant, qui est emprunté en partie aux diverses méthodes déjà connues.

» Avec la méthode suivante, qui n'exige l'emploi d'aucun réactif coûteux, on peut facilement opérer sur une prise d'essai de 100^{cc} et, comme le liquide employé à la séparation du bitartrate de potasse est facile à obtenir toujours identique à lui-même, les résultats sont peut-être plus comparables d'un expérimentateur à un autre.

» Dans une fiole conique de 250^{cc} on introduit 100^{cc} de vin, que l'on réduit par évaporation à 15^{cc} environ, et on l'abandonne pendant deux à trois jours dans un endroit frais, à température aussi constante que possible, en plaçant à côté un flacon rempli d'une solution aqueuse saturée de bitartrate de potasse. Le liquide évaporé laisse déposer (²) son excès de tartre, et l'on décante l'eau-mère sur un petit filtre, en recueillant le liquide filtré dans une éprouvette graduée en dixièmes de centimètre cube, de façon à connaître exactement le volume auquel le vin a été réduit par évaporation. On lave plusieurs fois par décantation les cristaux de tartre avec la solution saturée et filtrée de bitartrate en rejetant chaque fois les eaux de lavage sur le filtre, puis finalement on introduit le filtre dans la fiole conique et l'on y ajoute un volume de la solution saturée de bitartrate égal à celui auquel le liquide avait été réduit par évaporation. On ajoute de l'eau pour faire environ 100^{cc}, on dissout à chaud et l'on titre l'acidité, comme MM. Berthelot et de Fleurieu, au moyen d'une solution de potasse, dont 100^{cc} correspondent à 2^{gr} de bitartrate, en se servant de la phtaléine comme indicateur. Le liquide sur lequel on opère étant coloré, le virage est un peu délicat à saisir, mais cela ne présente pas, en somme, plus de difficulté que pour le titrage de l'acidité totale du vin.

(¹) *Annales de Chimie et de Physique*, 4ᵉ série, t. V, p. 177.

(²) Si ce dépôt ne s'était pas produit au bout de douze heures, on le provoquerait en touchant le liquide avec un fil de platine qui aurait été préalablement mis au contact d'une parcelle de bitartrate de potasse.

» Le nombre que fournit ainsi l'expérience doit subir une correction, parce que la solubilité du bitartrate de potasse dans l'eau pure est plus grande que dans le liquide complexe d'où les cristaux se sont déposés, et qu'en remplaçant ce dernier par un égal volume de solution aqueuse saturée, on introduit par cela même un excès de tartre. Il est donc nécessaire de retrancher du nombre trouvé, comme nous l'avons indiqué, une quantité proportionnelle au volume du liquide d'où les cristaux se sont déposés. L'expérience m'a d'ailleurs montré que la valeur de la constante, qui doit servir à calculer cette quantité, est sensiblement indépendante de la provenance du vin; c'est du moins ce que j'ai vérifié sur quatre échantillons différents. Pour déterminer la valeur de cette constante, il suffit d'évaporer dans deux fioles 100^{cc} du même vin, en les amenant à des volumes différant d'une dizaine de centimètres cubes. La différence des valeurs obtenues dans ces deux essais permet de calculer la valeur de la constante. On a ainsi reconnu que, pour chaque 10^{cc} de liquide résidu, il faut retrancher $0^{gr},15$ du poids de bitartrate de potasse trouvé directement pour un litre.

» L'exactitude de cette méthode de dosage a été vérifiée en examinant les résultats qu'elle fournit sur des liquides provenant de la dilution ou de la concentration à un volume connu de différents échantillons de vin. Pour les trois échantillons qui suivent, on a fait un dosage de tartre sur le vin non modifié (A), un deuxième sur le liquide obtenu en étendant 200^{cc} de ce même vin à 250^{cc} (B), et un troisième sur le liquide provenant de la concentration par évaporation de 250^{cc} à 200^{cc} (C). Les nombres indiqués ci-dessous ont subi la correction indiquée plus haut.

		1er échantillon.		2e échantillon.		3e échantillon.	
A.	100^{cc} amenés par évaporation à....	$13^{cc},8$	$18^{cc},7$	$16^{cc},5$	$18^{cc},1$	$14^{cc},2$	$17^{cc},4$
	Bitartrate trouvé.	$1^{gr},90$	$1^{gr},94$	$2^{gr},23$	$2^{gr},29$	$2^{gr},52$	$2^{gr},56$
	Moyenne........	$1^{gr},92$		$2^{gr},26$		$2^{gr},54$	
B.	100^{cc} amenés par évaporation à....	$11^{cc},1$	$12^{cc},8$	$10^{cc},3$	$12^{cc},7$	$12^{cc},9$	$13^{cc},4$
	Bitartrate trouvé.	$1^{gr},49$	$1^{gr},57$	$1^{gr},77$	$1^{gr},82$	$2^{gr},05$	$2^{gr},08$
	Bitartrate calculé.	$1^{gr},54$		$1^{gr},81$		$2^{gr},03$	
C.	100^{cc} amenés par évaporation à....	$15^{cc},6$	$17^{cc},2$	$18^{cc},3$	$21^{cc},7$	$17^{cc},2$	$23^{cc},5$
	Bitartrate trouvé.	$2^{gr},44$	$2^{gr},47$	$2^{gr},79$	$2^{gr},85$	$3^{gr},10$	$3^{gr},15$
	Bitartrate calculé.	$2^{gr},40$		$2^{gr},83$		$3^{gr},17$	

» L'inspection de ce Tableau montre que les valeurs trouvées par l'expérience s'écartent peu des valeurs calculées.

» La méthode exige évidemment l'emploi d'un assez grand volume de

liquide, mais il est à remarquer que l'on peut utiliser, pour ce dosage, une fraction connue du liquide qui a servi à la détermination de l'alcool et que l'évaporation de la prise d'essai se trouve ainsi avancée. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'essence de basilic indigène.* Note de MM. **Dupont** et **Guerlain**, présentée pas M. Friedel.

« L'essence de basilic est obtenue en distillant les feuilles d'une plante annuelle appartenant à la famille des Labiées (*Ocymum basilicum* L.). Originaire des Indes orientales, cette plante a été introduite depuis longtemps dans nos jardins, où on la recherche pour son odeur suave. On en pratique la culture sur une certaine échelle, dans le midi de la France, en vue de l'extraction de l'essence. La plante fraîche fournit à la distillation environ 0,04 pour 100 d'essence; séchée, elle en fournit jusqu'à 1,5 pour 100.

» La composition chimique de cette essence n'a pas encore été établie. La seule mention qui en soit faite dans la littérature chimique se trouve dans un ancien Mémoire de Dumas et Péligot (*Ann. de Chim. et de Phys.*, 2e série, t. LVII, p. 334); ces savants y ont trouvé une matière cristalline, inodore, à laquelle ils ont attribué la formule $C^{10}H^{22}O^3$.

» Nous avons étudié un échantillon d'essence distillée à Grasse.

» Elle se présente sous la forme d'un liquide légèrement huileux, jaunâtre, doué d'une odeur particulière, forte et caractéristique. Sa densité à 15° est de 0,9154; sous une épaisseur de 100mm, elle dévie à gauche le plan de polarisation de la lumière de 7°40'.

» Chauffée dans un appareil distillatoire, sous la pression atmosphérique, elle abandonne d'abord une petite quantité d'eau qu'elle tenait en dissolution. Le thermomètre monte ensuite à 190°. Entre 190° et 220° passent les $\frac{4}{5}$ du produit. Ce qui reste dans l'appareil est constitué par une matière visqueuse, colorée en brun, exhalant l'odeur particulière de l'essence.

» Le liquide distillé a été soumis à la distillation fractionnée. Après le départ de traces d'eau qu'il retient énergiquement, même après un séjour sur le chlorure de calcium fondu, on obtient deux portions principales, entre 195°-200° et entre 205°-215°.

» La fraction 195°-200°, qui constitue en poids environ les 60 centièmes de l'essence, est un liquide huileux, très réfringent, possédant l'odeur du linalol gauche. Examiné au polarimètre, il dévie à gauche de —12°, pour une épaisseur de 100mm, à la température de 15°. Son indice de réfraction pour la lumière jaune, $n_D = 1,4565$; sa densité à $15° = 0,8552$. De ces chiffres on déduit pour son pouvoir rotatoire et sa réfraction

moléculaire :

$$\alpha_D = -14°,03, \qquad M = 49$$

(calculée pour $C^{10}H^{18}O$, avec deux doubles liaisons $= 48,66$).

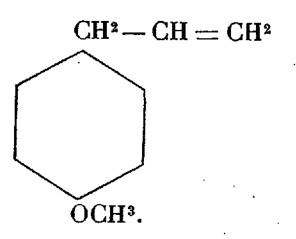
» Ces chiffres s'accordent très sensiblement avec ceux qui ont été indiqués pour le linalol des essences de lavande et de linaloés.

» Les propriétés chimiques du corps sont également en faveur de cette hypothèse. L'analyse élémentaire a fourni des chiffres s'accordant avec la formule $C^{10}H^{18}O$. Il fixe quatre atomes de brome, en donnant un produit sirupeux, incristallisable. Chauffé avec son volume d'anhydride acétique, en présence d'acétate de sodium fondu, pendant quatre heures, à la température d'ébullition du mélange, il a fourni un acétate distillant vers 128° sous 14^{mm}. Saponifié par la potasse alcoolique, cet acétate a donné du géraniol bouillant à 115°-117° sous 15^{mm}, très faiblement dextrogyre: 0°42′ pour 100^{mm}. Tous ces caractères identifient parfaitement le produit considéré avec le linalol gauche.

» La fraction bouillant de 205° à 215° possédait une odeur rappelant celle de l'estragol de l'essence d'estragon. Elle déviait à gauche de $-6°40'(l = 100^{mm})$. Elle a été d'abord traitée par la potasse alcoolique au bain-marie, pendant une demi-heure, pour saponifier les éthers qu'elle pouvait contenir. Le liquide alcalin a été étendu d'eau après évaporation de l'alcool, puis épuisé à l'éther. La partie soluble dans l'eau, soumise à l'action d'un courant de vapeur d'eau pour éliminer les matières volatiles, puis additionnée d'un petit excès d'acide sulfurique, s'est troublée et a abandonné à l'éther une très faible quantité d'un acide sirupeux, non saturé, doué d'une odeur spéciale.

» La portion insoluble dans l'eau, après évaporation de l'éther, a été soumise, à nouveau, à la distillation fractionnée. Il a été impossible d'obtenir un point d'ébullition fixe. On a trouvé, à l'analyse, des chiffres intermédiaires entre les formules $C^{10}H^{18}O$ et $C^{10}H^{12}O$. L'action de l'acide iodhydrique a fourni de l'iodure de méthyle, ce qui indiquait l'existence d'un groupement phénolique méthylé, OCH^3. Présumant être en présence de l'estragol (para-méthoxy-allylbenzène) qui bout à 212°, nous avons pensé à le transformer en son isomère propénylique, l'anéthol, dont le point d'ébullition plus élevé, 228°, nous permettrait d'effectuer plus aisément l'extraction. Nous avons donc, comme l'a indiqué M. Grimaux, chauffé le mélange pendant vingt-quatre heures, au bain-marie, avec trois fois son volume de potasse alcoolique concentrée. Au bout de ce temps, la masse a été traitée par l'eau, extraite par l'éther, et le produit de l'extraction fractionné. Il a pu être alors facilement scindé en deux portions, l'une bouillant vers 200°, l'autre entre 225° et 230°. Cette dernière a été refroidie à 0° et additionnée d'une parcelle d'anéthol cristallisé. La masse s'est instantanément solidifiée. Les cristaux, après compression entre des doubles de papier à filtre, fondaient à + 21°, point de fusion de l'anéthol.

» Le produit qui accompagne le linalol, dans l'essence de basilic, est donc l'estragol (para-méthoxy-allylbenzène)



CHIMIE APPLIQUÉE. — *L'argon et l'azote dans le sang.* Note de MM. **P. Regnard** et **Th. Schlœsing** fils, présentée par M. Duclaux.

« Il existe dans la Science une quantité considérable d'analyses des gaz dissous par le sang des artères et des veines. On a trouvé jusqu'à présent dans ce liquide de l'oxygène, de l'acide carbonique, de l'azote et peut-être une très faible trace d'hydrogène libre. Il nous a semblé intéressant de chercher si l'argon existait aussi dans le sang circulant.

» Cette recherche comportait une difficulté technique assez grande. L'argon, s'il y en avait dans le sang, ne devant vraisemblablement s'y trouver qu'en minime proportion, il fallait, pour le reconnaître et surtout pour le doser, opérer sur une masse considérable de liquide, par exemple sur une dizaine de litres. Il fallait, de plus, que le sang, en quittant la veine de l'animal, ne subît pas, ne fût-ce qu'un instant, le contact de l'air. Pour satisfaire à ces deux conditions, nous avons procédé de la façon suivante :

« Un grand flacon de 10^{lit}, tubulé à la partie inférieure, était mis en rapport, par un tube de caoutchouc et un trocart, avec la jugulaire d'un cheval (¹). Tube et trocart étaient remplis d'huile bouillie. Le sang pénétrait dans le flacon par le bas. Il rencontrait là quelques grammes d'oxalate neutre de potasse, destinés à empêcher sa coagulation, et, en outre, une couche d'huile bouillie d'environ 2^{cm} d'épaisseur, qui le recouvrait en entier. On laissait le flacon se remplir, ce qui se faisait en quelques minutes, et l'on fermait deux robinets adaptés l'un sur la tubulure inférieure, l'autre sur le col. On a ainsi recueilli $10^{kg},05$, soit $9^{lit},57$ de sang, qu'on a ensuite transporté au laboratoire et transvasé, par le tube de caoutchouc déjà indiqué, dans un gros ballon épais, devant servir à l'extraction des gaz. Le vide était fait d'avance, aussi parfaitement que possible, dans le ballon. Une mousse très abondante s'y est, comme

(¹) On a opéré sur deux chevaux, à chacun desquels on a pris environ 5^{lit} de sang.

on pense bien, produite à l'arrivée du sang. Elle était brisée par un premier réfrigérant à courant d'eau, puis par un second contenant un mélange de glace et de sel. Le gaz extrait, en passant sur des fragments de potasse, a abandonné la majeure partie de son humidité et de son acide carbonique. Il a été enfin complètement débarrassé de son oxygène par du cuivre chauffé au rouge et de son reste d'acide carbonique par une solution concentrée de potasse. Après ces traitements, il s'est réduit, sans aucun déficit pour le résidu isolé, à 195^{cc}, ce qui fait, par litre de sang, $\frac{195^{cc}}{9,57}$ ou $20^{cc},4$.

» Sur ces 195^{cc} on a pris $181^{cc},54$ dans lesquels on a recherché l'argon; pour ne pas perdre tout le fruit de cette laborieuse préparation au cas d'un accident, on a divisé les $181^{cc},54$ en deux parts, sur chacune desquelles on a dosé l'argon séparément. Les deux dosages ont réussi et ont donné, avec une concordance très satisfaisante :

	Azote et argon.	Argon.	$\frac{\text{Argon}}{\text{Azote (sans argon)}}$.
	cc	cc	
1.	104,31	2,131	0,0209
2.	77,23	1,598	0,0211
	181,54	3,729	Moy. 0,0210

» On a donc extrait, par litre de sang traité :

Azote et argon......... $20^{cc},4$

Argon............... $3^{cc},729\,\frac{20,4}{181,5} = 0^{cc},419$

» En vue de conséquences à tirer des chiffres qui précèdent, nous avons déterminé la solubilité de l'azote chimique, provenant de protoxyde d'azote, et celle de l'argon pur dans l'eau distillée bouillie, dans le sérum et le sang de cheval, à la température du corps de l'animal, soit à 38°.

» Dans de telles déterminations, il convient, on le sait, que le liquide étudié soit initialement dépouillé de gaz; or, il est extrêmement difficile d'extraire du sérum et du sang, par le seul vide, la totalité de l'acide carbonique. Nous en avons laissé la moindre quantité possible. Mais, pour éviter les erreurs résultant de cette faible quantité, nous avons analysé le gaz restant finalement dans l'absorptiomètre; il ne contenait que 0,50 ou 0,55 pour 100 d'impuretés, dont nous avons tenu compte dans les calculs. Nous avons trouvé :

Absorption à 38°.	Argon pur.	Azote chimique.
Dans 1^{lit} d'eau...........	$25^{cc},7$	$11^{cc},3$
Dans 1^{lit} de sang.........	$25^{cc},3$	$11^{cc},7$

» [L'exactitude des décimales n'est pas certaine (1).]

(1) Le sérum nous a donné, dans des expériences moins précises, $24^{cc},7$ et $10^{cc},1$; nous avons lieu de penser que le chiffre 10,1 est trop faible.

» D'après ces chiffres, on peut admettre que l'azote chimique et l'argon ont à peu près même solubilité dans le sang de cheval que dans l'eau [1] et qu'à 38° les deux liquides dissolvent, sous la pression de 760^{mm}, $25^{cc},5$ d'argon et $11^{cc},5$ d'azote.

» Revenons maintenant aux quantités de gaz extraites du sang. Très généralement les physiologistes tirent, de 1^{lit} de sang, 18^{cc} à 20^{cc} d'azote (en réalité d'azote et argon); nous en trouvons un volume tout semblable, $20^{cc},4$, et, de plus, nous sommes en mesure d'ajouter que ces $20^{cc},4$ comprenaient, dans nos expériences, $0^{cc},419$ d'argon et très sensiblement $20^{cc},0$ d'azote pur.

» Si l'azote extrait par le vide provenait d'une simple dissolution dans le sang au contact de l'air, il devrait s'y rencontrer, par litre de liquide, à la dose d'environ $11^{cc},5\,\frac{78,1}{100}$ ou $9^{cc},0$; or, on en trouve au moins le double. Pour expliquer cet excès bien connu d'azote, on a supposé qu'il se formait, entre l'azote et certains éléments du sang, une combinaison peu stable, que le vide détruisait. Mais, que l'on considère l'argon. Il existe dans l'air à raison de 0,940 pour 100; si sa présence dans le sang ne dépendait que d'une simple dissolution au contact de l'air, on en trouverait, par litre de sang, $25^{cc},5\,\frac{0,94}{100}$ ou $0^{cc},240$; or, nous avons obtenu $0^{cc},419$. Faut-il, pour rendre compte de cette surcharge du sang en argon, recourir à une seconde hypothèse d'une combinaison instable de l'argon avec le sang? Ce qu'on sait de l'argon n'y autorise guère; et, par là, la première hypothèse elle-même, relative à l'azote, n'est-elle pas au moins ébranlée?

» En réalité, il n'y a pas contact direct de l'air et du sang dans l'organisme; entre l'air de l'alvéole pulmonaire et le sang du capillaire existe une membrane interposée. Serait-ce dans le fonctionnement de cette membrane qu'il faudrait chercher l'origine des excès d'azote et d'argon du sang?

» Pour ne pas nous éloigner des faits positifs, nous conclurons que, dans le sang, il y a de l'argon dissous, et que, s'il y a surcharge d'azote, il y a en même temps surcharge très nette d'argon. »

---

(1) M. Fernet a vu, il y a bien des années déjà, que le sang défibriné dissolvait, presque exactement à l'égal de l'eau, l'oxygène et l'acide carbonique *non liés*.

PHYSIOLOGIE. — *Sur les couleurs d'irradiation dans les excitations lumineuses brèves*. Note de M. **Aug. Charpentier**, présentée par M. d'Arsonval.

« Il y a environ un an (17 février 1896), j'ai communiqué à l'Académie, sous le nom d'*irradiation ondulatoire*, des faits montrant qu'une impression lumineuse, une fois produite en un point donné de la rétine, se propage de proche en proche dans toutes les directions, suivant le rythme de l'impression elle-même. J'avais observé cette irradiation ondulatoire, non seulement avec des objets lumineux mobiles, mais aussi avec des *excitations lumineuses fixes*. J'ajoutais à ces observations un dernier caractère important, que les traînées lumineux observées dans mes expériences se montraient colorées *dans l'ordre du spectre*. Quant à cet ordre, il était suffisamment défini par une série de Communications antérieures ([1]) montrant, depuis 1888, que les couleurs, au moment d'une excitation lumineuse, se produisent successivement en commençant par les moins réfrangibles (côté rouge du spectre).

» Depuis lors, je n'ai pas cessé d'étudier ces couleurs d'irradiation, ainsi que leurs rapports avec les colorations successives que présente l'objet lumineux lui-même au début de son action sur la rétine. J'aurais cependant attendu encore avant de publier les résultats de cette étude, si, dans une Communication récente à la Société royale de Londres (10 et 17 décembre 1896), M. Sh. Bidwell n'avait décrit, à propos de la toupie de Benham, certains phénomènes se rapprochant plus ou moins de mes propres observations. Je me suis donc décidé à faire connaître ces dernières, au moins dans leurs traits les plus essentiels. Il sera facile de voir le lien qui relie ces couleurs subjectives, dont on parle tant, avec les lois déjà établies par mes recherches précédentes.

» Si l'on déplace un petit objet lumineux sur champ noir, dans les conditions que j'ai indiquées précédemment (février 1896), on voit la trace circulaire bordée par des traînées claires plus ou moins larges et plus ou moine rapprochées de l'objet suivant la vitesse de celui-ci sur la rétine. Au premier abord, ces traînées n'ont rien de spécial. Avec un peu d'atten-

---

([1]) *Compte rendu de la Société de Biologie*, mars et avril 1888, juin 1891, mai et juin 1892; *Comptes rendus*, 3 août 1891, 13 juin 1892.

tion, si l'éclairement est assez intense, et surtout si le regard est parfaitement immobilisé sur un point assez voisin du passage de l'objet, ces traînées se montrent colorées : avec le bec Auer comme source lumineuse, on y distingue facilement du rouge, du jaune, du vert, du vert bleu ; ces colorations se fondent les unes dans les autres et sont plus ou moins bien limitées suivant les cas; le rouge est la couleur initiale, elle occupe le front de l'onde, les autres suivent dans l'ordre ci-dessus. On peut avoir des aspects analogues avec d'autres sources lumineuses suffisamment intenses; chaque zone est plus ou moins étendue et plus ou moins nette, mais toujours le rouge commence la série, qui se continue dans l'ordre des réfrangibilités.

» Ainsi donc, dans l'irradiation ondulatoire, les couleurs sont émises successivement, et elles quittent l'objet lumineux dans l'ordre du spectre, le rouge étant la première couleur émise. Il ne s'agit pour le moment que des lumières complexes plus ou moins voisines de la lumière blanche, quelle que soit, d'ailleurs, leur nuance dominante.

» L'expérience, ainsi décrite dans ce qu'elle a d'essentiel, est assez délicate, à cause de la difficulté particulière que présente l'observation d'objets en mouvement. Bien plus simple, au contraire, est l'observation des couleurs émises par un objet lumineux fixe quand on lui fait produire une excitation brève sur la rétine.

» Il suffit, par exemple, d'ouvrir et de refermer les yeux le plus rapidement possible devant une bougie pour la voir entourée de zones colorées. L'observation sera plus favorable la nuit, mais elle peut se reproduire à toute heure si elle est faite sur champ obscur.

» Ces zones colorées sont d'une nature complexe; plusieurs ordres de phénomènes, que nous analyserons, interviennent dans leur production. La part qu'y prend l'irradiation ondulatoire se montrera nettement si l'on rend l'expérience plus précise en assurant l'immobilité des yeux et variant la durée de l'éclairement.

» On peut dans ce but utiliser les disques rotatifs opaques, pourvus d'une fenêtre étroite et variable, et tournant devant l'œil à différentes vitesses. Mais, pour ne pas soumettre l'œil à une série d'excitations rapprochées, on disposera un second disque à fenêtre étroite, mais à rotation beaucoup plus lente (un tour en deux ou trois secondes au moins), qui ne découvrira le premier qu'à intervalles assez éloignés et pendant un seul passage de l'objet.

» Il est plus simple encore, et souvent suffisant, de produire des

excitations brèves en déplaçant plus ou moins brusquement devant l'œil un large écran opaque, pourvu d'une fente de largeur assez faible, un ou plusieurs millimètres.

» En regardant ainsi la bougie sur fond noir, l'aspect change suivant la durée de l'excitation (durée du passage de la fente devant l'œil). Pour une durée très faible, la coloration de la flamme change simplement; j'y reviendrai plus tard; si l'on augmente progressivement la durée, il se montre d'abord autour de la flamme un liséré mince bien limité, rouge extérieurement; puis l'auréole s'élargit, on y distingue les couleurs précédemment décrites, rouge, jaune, vert, vert bleu; ses bords sont toujours nets, l'aspect est exactement celui des traînées décrites plus haut, mais plus vivement colorées; la durée d'excitation augmentant encore, la zone colorée, toujours plus large, se fusionne dans le fond devenu rougeâtre; ici, un autre phénomène intervient, que je décrirai dans une autre Note, à savoir la coloration de la zone lumineuse diffusée optiquement autour de l'objet.

» Les phénomènes sont analogues avec d'autres sources, tout en étant plus ou moins bien marqués (bec Auer, flamme de gaz, lampes électriques à incandescence et à arc).

» Au point de vue de la largeur du halo, une augmentation d'intensité de l'excitation équivaut à une augmentation de durée; de même, une augmentation de grandeur de la source lumineuse ou son rapprochement agissent encore en élargissant la zone colorée irradiée autour de la flamme. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur un nouveau procédé d'électrisation.* Note de M. **Charles Henry**, présentée par M. d'Arsonval.

« On sait que, d'après M. d'Arsonval, l'électrisation par des courants alternatifs rigoureusement sinusoïdaux présente, sur les procédés ordinaires de faradisation par la bobine d'induction, de grands avantages : aux mêmes fréquences, les courants sinusoïdaux augmentent plus que les courants induits ordinaires les combustions internes, et cela sans provoquer autant de contraction ni de douleur. Comme, d'après l'interprétation physique d'un théorème de Fourier et les expériences de Helmholtz, tout son musical peut toujours et d'une seule manière être considéré comme la somme de vibrations sinusoïdales simples, de durées 1, 2, 3, ..., n fois moins grandes, constituant les harmoniques de ce son, il était légitime de conclure de ces faits que l'on obtiendrait de non moins intéressants résul-

tats si l'on transformait en courants alternatifs les successions mélodiques et harmoniques qui exercent, par l'intermédiaire de l'ouïe, une influence si variée et si profonde sur le système nerveux. L'expérience du muscle téléphonique de M. d'Arsonval, d'après laquelle on peut substituer un muscle à un téléphone dans la transmission de la voix, prouve que le nerf et le muscle répondent aux nombres de vibrations qui sont le domaine de la musique.

» Voici le dispositif expérimental auquel je me suis arrêté, après bien des tâtonnements, pour réaliser ce nouveau procédé d'électrisation.

» J'emploie, comme générateur d'électricité, une pile thermo-électrique Gülcher de 66 éléments, donnant, au bout de quelques minutes d'allumage, une force électromotrice constante de 4 volts environ, pour une consommation de 170 litres de gaz à l'heure; cette pile présente au début une résistance intérieure de $0^{ohm},65$, qui grandit d'abord, mais reste sensiblement constante au bout d'une centaine d'heures d'allumage.

» Comme source sonore, j'emploie une boîte à musique dite *Polyphon*, qui se distingue par la grande uniformité du mouvement, par la durée suffisante que présente ce mouvement (vingt minutes) sans qu'il soit nécessaire de remonter l'horlogerie, par l'avantage de pouvoir jouer un air quelconque quand on change simplement un disque entraîné autour de son centre entre des galets et muni, à des distances convenables, de reliefs engrenant dans les dents d'un peigne, lesquelles font vibrer des lames métalliques. Il est facile de connaître directement la vitesse de rotation du disque et, par la résonnance d'une table d'harmonie, de connaître les fréquences sonores.

» Pour apprécier l'influence physiologique du rythme et de la mesure, on la compare avec les effets physiologiques enregistrés quand on électrise le sujet avec des courants alternatifs de même fréquence moyenne, produits par une sirène placée en face du microphone.

» Pour éviter l'influence de l'ouïe, je dispose la source sonore au loin, de manière qu'elle ne puisse être entendue.

» Je place sur la caisse de résonnance de la boîte à musique un microphone de Hughes à 4 charbons, relié d'une part au pôle positif de la pile, d'autre part à l'une des bornes du circuit primaire d'une petite bobine (sans interrupteur) du téléphone Bert-d'Arsonval, l'autre borne du même circuit primaire étant reliée au pôle négatif de la pile : les deux bornes du circuit secondaire de la bobine sont reliées à l'organisme par les fils et les excitateurs usités en électrothérapie.

» Un rhéostat placé sur le fil reliant la pile et le microphone permet de régler l'intensité du courant primaire et d'éviter les *crachements* du microphone.

» Les vibrations du microphone, c'est-à-dire les vibrations sonores, font l'office d'interrupteur de la bobine; les secousses perçues dans le muscle sont bien la phrase musicale transformée, puisqu'en substituant à l'organisme un téléphone, on entend le morceau avec toutes ses nuances.

» Le répertoire du *Polyphon* est, en général, d'une orchestration trop compliquée pour pouvoir être reconnu par le sens musculaire; la chose est cependant possible avec des mélodies simples jouées sur un piano. La phrase musicale se traduit, pour le sujet, en la sensation de caresses profondes et rythmées; les sons intenses se traduisent naturellement en secousses plus intenses; les sons aigus apparaissent comme faibles, même à égale intensité apparente, relativement aux sons graves, sans doute parce que les fréquences deviennent déjà trop rapides pour être parfaitement perçues.

» Dans une Communication prochaine j'espère pouvoir résumer les résultats de l'enquête électrométrique et physiologique à laquelle je soumets ce nouveau procédé d'électrisation [1]. »

ZOOLOGIE. — *Recherches sur l'évolution des* Urnes. Note de MM. **J. Kunstler** et **A. Gruvel**, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« Le liquide de la cavité générale du Siponcle (*Sipunculus nudus*) contient, dans la règle, des éléments très particuliers, connus sous la dénomination d'*Urnes*, qui, malgré de nombreux travaux publiés à leur sujet, n'en sont pas moins fort imparfaitement décrits.

» La mobilité de ces éléments spéciaux les a fait considérer souvent comme des êtres autonomes, comme des Infusoires ciliés parasites (Carl Vogt et Yung, Fabre-Domergue).

» Toutefois, la grande masse des observateurs, et en particulier ceux qui s'en sont occupés récemment, admettent aujourd'hui sans aucune restriction que les *Urnes* sont de véritables éléments épithéliaux devenus libres et appartenant à l'organisme du Siponcle. Cette opinion, partagée par Brandt, Ray-Lankester, Cuénot, etc., est considérée actuellement comme une conquête définitive de la Science.

---

[1] Travail exécuté au laboratoire de Physiologie des sensations de la Sorbonne, sous les auspices d'Ernest Solvay.

» On trouverait, d'après ces derniers auteurs, toutes les transitions entre de simples cellules épithéliales ciliées de l'intestin et les Urnes libres, en passant par des éléments de plus en plus vésiculeux.

» Les résultats de nos recherches sont de nature à donner une idée plus exacte de la valeur morphologique de ces formations; cette Note a surtout pour but de faire connaître les principaux stades de leur évolution.

» L'*Urne* normale, telle qu'elle a été vue par les auteurs, ne représente qu'un stade particulier, le plus commun de toute une série évolutive.

» Par un développement ultérieur, elle se transforme en corps spécial d'un aspect fort différent.

» Sa région ciliée s'aplatit et s'élargit en même temps que la vésicule hyaline perd sa forme sphérique.

» L'ensemble se métamorphose en un vaste disque à mouvements chancelants, fort différent de la forme originelle qui est beaucoup plus petite.

» En même temps que se produit ce changement de forme et de dimensions, le fond du disque cilié se montre constitué par une réunion d'éléments cellulaires de plus en plus nombreux, dont l'apparition concorde avec la période reproductive.

» Ces cellules, de nouvelle formation, tirent leur origine de la multiplication d'un élément primitif, des *Urnes* ordinaires. Elles ne tardent pas à se pédiculiser plus ou moins longuement et finissent par se détacher du disque pour devenir libres dans le liquide sanguin. Ce sont là des éléments reproducteurs qui correspondent à ce qui a été appelé *amibocytes*.

» La surface de leur corps présente généralement des pseudopodes longs et aigus, en forme de lames de sabres, et souvent aussi des sortes de crêtes paraissant plus ou moins fixées dans leur constitution et rappelant l'aspect de membranes ondulantes.

» Leur protoplasma est granuleux et contient deux éléments particuliers. Ce sont deux vésicules, l'une claire, l'autre sombre, présentant, dans la règle, sur leurs parois, un corps d'aspect nucléaire, souvent entouré d'un peu de protoplasma.

» Par la suite de l'évolution, une région de ces éléments devient encore plus granuleuse, et cette constitution se généralise de telle sorte qu'ils prennent un aspect muriforme et paraissent constitués par un amas sphérique de corpuscules sombres, qui peut cependant présenter des pseudopodes hyalins.

» La vésicule claire s'accroît plus rapidement que sa voisine; elle dépasse vite les dimensions de l'élément entier et fait saillie d'un côté. Ainsi

se constituent des formations offrant l'aspect d'une vésicule claire, coiffée, en un de ses pôles, par un amas de protoplasma pouvant porter des pseudopodes et contenant une vésicule sombre plus petite.

» Les pseudopodes montrent une tendance à devenir de plus en plus fins et nombreux, et, à un stade à peine plus avancé, on les voit transformés en sorte de flagellums, répartis sur toute une zone périphérique.

» Ainsi se trouvent constituées des Urnes d'une petitesse considérable, qui devront s'accroître beaucoup, pour atteindre les dimensions des éléments normaux.

» Le liquide cavitaire du Siponcle contient aussi certaines vésicules claires, dites *vésicules énigmatiques*, sur la nature desquelles des travaux scientifiques n'ont fourni encore aucun renseignement.

» Il se peut que ce soient là des éléments vésiculeux simples, sur la paroi desquels se trouve greffé un noyau.

» Par une division en deux, quatre, huit, seize, etc., etc., se constituent de grandes plaques cellulaires formées par la réunion d'une foule de vésicules plus petites, disposées en deux couches.

» L'étude de ces corps complexes, à l'aide des réactifs colorants, décèle des différences importantes entre elles. Les unes ne paraissent guère tengibles; d'autres, au contraire, prennent avec facilité une teinte sombre. Ces dernières sont le siège de phénomènes reproducteurs de deux sortes. Les vésicules claires, résultat ultime de la division décrite plus haut, peuvent s'isoler pour s'accroître, se diviser à leur tour, et reproduire de grandes plaques cellulaires.

» Le deuxième processus est plus complexe. Les noyaux de certains éléments s'entourent d'un protoplasma granuleux, qui communique, en se colorant, à tout l'ensemble, l'aspect particulier, sombre, signalé plus haut.

» Ainsi se constituent des sortes d'éléments cellulaires qui deviennent l'origine de bourgeons, se formant en manière de corps pédiculés plus gros que les amibocytes et contenant déjà une vésicule claire, nucléée, et une vésicule sombre de même constitution. Leur pédicule devient souvent fort long et sinueux; il finit par se rompre et l'extrémité arrondie s'isole. Ainsi se forment de grands corps amiboïdes, à pseudopodes ondulés en manière de vagues, à l'intérieur desquels se produisent des vésicules claires et sombres, aux états de développement les plus divers, qui deviendront le point de départ d'autant d'individus nouveaux. La transformation en adultes a lieu suivant le mode décrit ci-dessus.

» Chez les Urnes normales, il peut aussi arriver que le noyau de la vésicule claire s'entoure d'une masse plus abondante de protoplasma, de façon à constituer une sorte d'élément cellulaire qui se divise; les deux moitiés

s'éloignent l'une de l'autre et le phénomène peut se renouveler. On voit alors les cellules éparses à la surface de la grande vésicule claire, qui se gonflent et deviennent l'origine de bourgeons analogues à ceux qui ont été décrits plus haut. Ajoutons que la reproduction par division est un phénomène fréquent.

» Comme il ne nous est pas possible de fournir ici tous les renseignements capables d'éclairer le lecteur d'une façon suffisante, l'ensemble de ces curieux faits d'évolution sera l'objet d'un Mémoire accompagné de planches microphotographiques. »

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur la maladie de la gomme chez le Cacaoyer.* Note de M. **Louis Maugin**, présentée par M. L. Guignard.

« J'ai constaté l'existence de la gommose sur des branches sèches d'un Cacaoyer provenant de la Guadeloupe et dont le dépérissement, demeuré inexplicable, avait été attribué à des parasites.

» Le fragment de branche examiné, d'une épaisseur de 5^{cm}, comprend dix à douze formations ligneuses et ne présente, dans ses diverses régions, aucune trace de parasitisme; mais, par contre, l'écorce et le bois renferment des amas de gomme assez importants pour former, sur la section transversale, des concrétions mamelonnées ou filiformes.

» Dans le bois, la gomme remplit de larges canaux disposés, sur la section transversale, en cercles réguliers complets ou incomplets et plus ou moins éloignés de l'axe de la tige; sur la section tangentielle, ces canaux gommeux sont disposés en un réseau à mailles très allongées. Le diamètre de ces canaux est de deux à cinq fois égal à celui des vaisseaux ponctués disséminés dans le bois; il égale ordinairement la longueur de l'arc compris entre deux rayons médullaires, parfois même un rayon médullaire est interrompu par l'un de ces canaux.

» Dans l'écorce, la gomme occupe des lacunes situées dans le parenchyme cortical secondaire, intercalé entre les faisceaux libériens secondaires; ces cavités se succèdent, dans la direction radiale, en nombre variable, de 2 à 4 ou 5, et d'autant plus larges qu'elles sont plus extérieures; en coupe tangentielle, elles occupent les mailles du réseau formé par les fibres libériennes; ces réservoirs gommeux sont indépendants, au moins ceux qui occupent des mailles différentes.

» Au niveau de la zone génératrice, dans le jeune bois ou dans le paren-

chyme cortical le plus récent, il m'a été impossible de discerner, sur les échantillons secs que j'ai eus à ma disposition, l'ébauche des canaux ou des réservoirs gommeux.

» Par la distribution des réservoirs et des canaux gommeux qu'il renferme, le Cacaoyer présente des caractères qu'on ne rencontre chez aucune des plantes productrices de gomme. La formation de cette substance est à la fois intra-ligneuse, comme chez les Amygdalées, et corticale comme chez les Acacias.

» L'existence de plusieurs séries concentriques de canaux gommeux dans le bois rappelle la disposition signalée par M. Prillieux chez les Amygdalées, mais il existe une grande différence entre ces deux formations.

» Chez les Amygdalées, les canaux gommeux ont des contours irréguliers, et les cellules de bordure, à parois toujours arrondies, font souvent saillie dans la cavité; en outre, sauf dans l'assise contenue dans le jeune bois dont la lignification est incomplète, la gomme incluse dans les régions lignifiées, comme aussi celle des vaisseaux et des fibres ligneuses, est insoluble et forme la *cérasone* de Trécul. Cette gomme doit son insolubilité, comme je l'ai observé, à ce qu'elle est incrustée des substances qui réalisent la lignification. Les formations gommeuses emprisonnées dans le bois des Amygdalées sont donc désormais inertes : le travail de lignification a interrompu la transformation des tissus en gomme.

» Dans le Cacaoyer, il n'existe rien de semblable; la gomme renfermée dans le bois, même celle qui existe dans les régions les plus âgées, continue à se gonfler dans l'eau sans se dissoudre; les canaux gommeux, toujours dépourvus de parois propres, sont à contours assez réguliers, circulaires ou ovales, et toujours bordés de cellules à parois minces, non lignifiées, présentant à la fois la réaction cellulosique et pectosique. Les plus internes de ces cellules, observées sur des fragments d'où la gomme a été enlevée, sont déchirées vers l'intérieur du canal et ne présentent plus que des parois radiales, comme si la cavité qu'elles formaient, distendue par la matière gommeuse qui la remplissait, s'était rompue en laissant la gomme s'écouler dans la cavité du vaisseau. D'autre part, les cellules non lignifiées qui bordent chaque canal présentent, çà et là, des lambeaux irréguliers, épais, appliqués contre la paroi très amincie et offrent les réactions colorantes des tissus lignifiés. Enfin, dans la région limitante où les éléments ligneux sont encore intacts, on voit la gomme accumulée dans la cavité cellulaire s'extravaser parfois à travers les pores de la membrane.

» La disposition des canaux gommeux intra-ligneux du Cacaoyer permet

de conclure, autant qu'on peut le faire par l'examen d'échantillons secs, que ces canaux étaient en pleine activité au moment de la mort de l'arbre. La gomme se produisait, dans ces canaux, à la fois par l'accumulation progressive de cette substance dans la cavité des cellules de bordure et par la désorganisation de la paroi lignifiée. La désorganisation, précédée de la disparition des substances incrustantes, porterait sur les couches d'épaississement en laissant intacte, pendant un certain temps, la paroi mitoyenne des cellules.

» Les poches gommeuses, situées dans le parenchyme intercalé aux faisceaux libériens, auraient la même origine; si l'on remarque qu'elles occupent la même position que les cellules gommeuses isolées qu'on rencontre dans l'écorce du Tilleul, il suffirait d'admettre que, dans ce genre, les cellules gommeuses soient confluentes au lieu d'être isolées pour expliquer la formation de poches analogues à celles du Cacaoyer.

» La tige présente, en outre, des *cellules gommifères* isolées dans les fibres ligneuses, les parenchymes ligneux et libérien. Dans ces cellules, dont l'existence n'a aucun rapport avec la formation de la gomme dans les réservoirs et les canaux, on voit un contenu brun ou jaune, formant tantôt un amas de petites masses globuleuses adhérentes à la paroi, tantôt un revêtement uniforme ou irrégulièrement mamelonné à sa face interne, tantôt enfin une masse remplissant la cavité des fibres ou des cellules. Ces productions renferment de la gomme insolubilisée par une proportion assez forte de tanin associé à des matières azotées.

» J'ai pu examiner des échantillons différents de tige de Cacaoyer, présentant des blessures incomplètement cicatrisées et envahies par des Champignons. Dans ces fragments, les canaux gommeux du bois manquent complètement, mais toute la partie cariée des branches est entourée d'une auréole brune due à ce que toutes les fibres sont remplies par une matière gommeuse très réfringente, insoluble dans l'eau, ne se gonflant pas par un séjour prolongé dans ce liquide; cette matière, assez abondante pour remplir la cavité de chaque fibre, forme parfois de petites masses arrondies, adhérentes à la paroi interne et d'un diamètre plus faible que celui de la cavité des fibres; elle est de même nature que la *cérasone* et doit, comme elle, son insolubilité à l'incrustation des substances telles que la vanilline ou la coniférine. En oblitérant plus ou moins complètement les fibres ligneuses sur une épaisseur de 1^{mm} ou 2^{mm}, la gomme lignifiée joue un rôle essentiellement protecteur en opposant, aux saprophytes qui déterminent la carie, une barrière difficile à franchir.

» Dans tous les cas, soit dans les branches altérées par la carie, soit dans les branches portant les canaux gommeux, les vaisseaux ponctués du bois sont presque toujours dépourvus de thylles gommeuses ; ils ne présentent, en quantité parfois considérable, que des thylles normales. »

MINÉRALOGIE. — *Sur un appareil permettant de mesurer les indices de réfraction des minéraux des roches.* Note de M. **Fred. Wallerant**, présentée par M. Fouqué.

« Jusqu'ici les indices de réfraction des minéraux que l'on rencontre dans les roches n'ont été obtenus qu'en effectuant des mesures soit sur des minéraux des filons, soit sur des cristaux provenant bien de roches, mais exceptionnellement gros et pouvant par suite être séparés des autres éléments. Il était cependant capital, à mon avis, de pouvoir effectuer les mesures sur les minéraux des roches, car ils présentent fréquemment des caractères spéciaux ; en outre, il doit exister, dans les roches, des tensions pouvant modifier l'élasticité optique, et enfin cette détermination constitue un moyen d'investigation applicable quand les autres procédés employés en pétrographie font défaut.

» Les difficultés proviennent, d'une part, de la petitesse des éléments; d'autre part, de ce qu'ils sont englobés au milieu d'autres cristaux. Voici comment j'ai pu résoudre ces difficultés.

» Lorsqu'on applique une face plane d'un cristal contre la base d'un prisme d'indice plus élevé, les rayons lumineux entrant par l'une des faces latérales du prisme subissent, sur la face de contact, la réflexion totale lorsqu'ils font, avec la normale à cette face, un angle égal ou supérieur à l'angle λ, défini par l'égalité

$$n = \mathrm{N} \sin \lambda,$$

N étant l'indice du prisme et n l'indice du cristal. En outre, le premier rayon subissant la réflexion totale fait, à sa sortie par la seconde face latérale du prisme, avec la normale à cette face, un angle α tel que

$$\sin \alpha = \mathrm{N} \sin(\lambda - \mathrm{A}),$$

A étant l'angle de base du prisme adjacent à la face de sortie. Il suffit donc de mesurer α pour avoir λ et par suite n. Dans le procédé que je préconise, cette mesure s'effectue en faisant passer, par la croisée des fils du réticule

d'un système optique, successivement le premier rayon subissant la réflexion totale et la normale à la face.

» Le prisme, d'indice 1,89 et dont l'angle à la base est de 60°, est fixé sur une platine de façon que sa base soit exactement dans le plan de cette platine, sur laquelle on place la préparation renfermant le minéral à étudier, le contact étant assuré par l'intermédiaire d'un liquide d'indice élevé. La platine est mobile autour d'un axe horizontal et est munie du dispositif nécessaire pour mesurer sa rotation ; le tout est placé sur la platine d'un microscope ordinaire.

» Ce dernier porte un objectif, de distance focale égale à 3^{cm}, et, dans son plan focal principal supérieur, se trouve un réticule. L'oculaire se compose d'une lentille achromatique de 4^{cm} de foyer, au-dessous de laquelle se trouve un diaphragme iris, en un mot, c'est un oculaire Czapski. La lentille étant au point sur l'ouverture du diaphragme, on met le microscope au point sur le cristal étudié à travers une face latérale, et l'on diaphragme jusqu'à ce que le cristal soit seul visible; dans ces conditions les rayons émis par le cristal traversent seuls le microscope.

» On place alors au-dessus de l'oculaire un second oculaire d'un grossissement égal à 18; les deux oculaires constituent une lunette permettant de viser, avec la plus grande netteté, dans le plan focal supérieur de l'objectif. On voit donc, d'une part, le réticule qui y est placé, et, d'autre part, si le prisme a une inclinaison convenable, une ligne très fine divisant le champ en deux régions, l'une éclairée et l'autre sombre ; on amène cette ligne à passer par la croisée des fils du réticule. Puis l'on introduit dans le corps du microscope, à la place ordinairement occupée par la lentille Bertrand, une glace inclinée à 45° sur l'axe de l'instrument, de façon à éclairer le réticule, et l'on fait tourner le prisme jusqu'à ce que l'image du réticule, vue par réflexion sur la face du prisme, vienne coïncider avec le réticule lui-même. L'angle dont on a fait tourner le prisme est précisément l'angle α.

» Avec le système optique que je viens de décrire, l'erreur commise sur l'angle α est, au plus, de 5′, et l'erreur qui en découle est, au maximum, d'une unité de la troisième décimale de l'indice.

» Au moyen de cet appareil, j'ai mesuré les indices d'un cristal de quartz ayant au plus 0^{mm},2 de côté, contenu dans une préparation de granulite; la section était oblique sur l'axe et m'a donné

$$n_g = 1,5498, \qquad n_p = 1,5432;$$

le second nombre, qui, seul, peut servir de vérification, ne diffère, comme on le voit, que d'une unité de la troisième décimale de l'indice ordinaire du quartz.

» Puis, j'ai déterminé les indices d'un feldspath de la même préparation ; ce feldspath était, en grande partie, décomposé, mais présentait une petite zone intacte, suffisante pour la détermination. Taillé perpendiculairement

à n_g, ce feldspath ne présentait ni clivage ni mâcle et ne pouvait être déterminé par les procédés habituels. En plaçant l'axe n_m parallèle à l'axe de rotation, j'ai obtenu

$$n_m = 1{,}5323, \qquad n_g = 1{,}5383,$$

et, en plaçant n_p parallèle au même axe,

$$n_p = 1{,}5297, \qquad n_g = 1{,}5377;$$

les trois indices sont donc

$$n_p = 1{,}530,$$
$$n_m = 1{,}532,$$
$$n_g = 1{,}538.$$

Le feldspath est donc de l'*albite*, dont les indices n'ont pas été jusqu'ici, je crois, déterminé avec autant de précision.

» Je terminerai en faisant remarquer que les sections perpendiculaires aux axes optiques, c'est-à-dire les sections que l'on trouve immédiatement dans les préparations, à cause de leur teinte sombre permanente en lumière polarisée parallèle entre les nicols croisés, donnent également les trois indices principaux. Ayant rencontré une de ces sections dans la préparation précédente, j'ai obtenu les valeurs suivantes :

$$n_g = 1{,}5306,$$
$$n_m = 1{,}5330,$$
$$n_p = 1{,}5380.$$

» La concordance presque absolue de ces résultats avec les précédents ne peut évidemment s'expliquer que par l'identité des minéraux et par l'exactitude des mesures. »

PÉTROGRAPHIE. — *Sur le granite du Pelvoux.* Note de M. **P. Termier**, présentée par M. Michel-Lévy.

« Le granite des montagnes du Pelvoux, appelé *protogine* par Elie de Beaumont et par Charles Lory, forme, non pas un seul massif, comme on le pourrait croire d'après les cartes publiées jusqu'à ce jour, mais plusieurs massifs, d'importance d'ailleurs très inégale. Le plus étendu de ces massifs granitiques est celui qui affleure, sur une superficie totale d'au moins 200^{kmq}, entre La Grave et Vallouise : il comprend les plus hauts sommets

de toute la région : la Meije, le Rateau, la Grande-Ruine, les Ecrins, le Pelvoux. Un autre massif, encore très considérable, affleure au sud du Bourg-d'Oisans, entre la vallée de la Romanche et les sommets de Rochail et de Malaubert. Un troisième embrasse la vallée de la Mariande et une partie du haut Valjouffrey. Un quatrième, décrit par Bonney, forme les montagnes de Combeynot, au sud du col du Lautaret. Il y en a d'autres encore. Dans tous ces massifs, la roche possède, à de très petites différences près, la même composition chimique et les mêmes caractères minéralogiques. Le granite du Pelvoux est donc une *entité pétrographique* parfaitement nette.

» Sa composition chimique est, à peu de choses près, celle d'un mélange de 25 pour 100 de quartz pur, 30 pour 100 d'orthose pur ($K^2Al^2Si^6O^{16}$) et 45 pour 100 d'albite pure ($Na^2Al^2Si^6O^{16}$). Dans le tableau suivant, la colonne I renferme les teneurs centésimales moyennes du granite de Pelvoux (moyenne de cinq analyses); la colonne II renferme les teneurs centésimales du mélange théorique dont je viens de donner la formule:

	I.	II.
Silice	74,40	75,32
Alumine	13,91	14.29
Sesquioxyde de fer	1,39	»
Chaux	0,61	»
Magnésie	0,28	»
Potasse	4,36	5,07
Soude	4,65	5,32
Perte par calcination	0,65	»
Total	100,25	100,00

« Les différences tiennent : à l'existence, dans le granite du Pelvoux, d'une petite quantité d'un mica noir riche en magnésie; à ce fait que le feldspath triclinique de ce granite n'est pas de l'albite théorique, mais un feldspath mixte très voisin de l'albite (environ $Ab^{19}An^1$); à cet autre fait, enfin, que le feldspath potassique contient une quantité notable d'inclusions de fer oligiste.

» Le granite du Pelvoux est donc un *granite alcalin*, caractérisé par une proportion à peu près égale de potasse et de soude, ce dernier alcali ayant toutefois une légère prépondérance. Il diffère nettement de la protogine du mont Blanc et de la plupart des granites. Il se rapproche, au contraire, de beaucoup de liparites et de quelques trachytes.

» Le granite du Pelvoux est une roche abyssique, à gros grain, de structure franchement granitique (*hypidiomorphe grenue*, Rosenbusch). On y distingue, à l'œil nu, un feldspath rose, ou d'un blanc rosé, en cristaux sou-

vent volumineux (jusqu'à 2[cm] de long), un feldspath blanc verdâtre, le plus souvent assez altéré, du quartz gris, et, çà et là, en cristaux clairsemés, de la biotite verdie et chloritisée. C'est donc une granitite.

» La chloritisation de la biotite est, le plus souvent, complète, avec séparation d'ilménite ou de rutile, plus rarement de sphène. Le feldspath blanc verdâtre est de l'albite, avec tout au plus 5 pour 100 d'anorthite, soit approximativement $Ab^{19}An^{1}$. Les propriétés optiques sont, à très peu près, celles de l'albite pure. Cette albite est toujours plus ou moins kaolinisée : elle l'est, en tout cas, beaucoup plus que le feldspath potassique. Elle moule le mica noir; mais elle est nettement idiomorphe à l'égard du feldspath potassique et du quartz.

» Le feldspath potassique montre une microperthite secondaire (veinules et facules d'albite pure, bien visibles aux plus faibles grossissements) dans une cryptoperthite originelle. Aux faibles grossissements, la cryptoperthite paraît souvent homogène; ou bien elle présente, au moment des extinctions, un aspect moiré; plus rarement elle montre, çà et là, un quadrillage analogue à celui du microcline. Aux forts grossissements, on y distingue une association très intime d'albite et d'anorthose, comme dans les types classiques décrits par Brögger.

» La cryptoperthite moule l'albite et le mica. Elle englobe souvent de petits grains de quartz; mais la majeure partie du quartz lui est nettement postérieure. Elle contient une poussière, irrégulièrement répartie, de fines inclusions ferrugineuses : c'est de là que vient sa couleur rose.

» D'innombrables filons d'aplite percent le granite, surtout au voisinage des bords des massifs. L'aplite est sans mica et de couleur rose, ou blanche avec un peu de muscovite. Sa composition chimique est identique à celle du granite, sauf qu'il y a un peu plus de silice (jusqu'à 78 pour 100). Dans le massif de Combeynot, des micrograniles s'associent aux aplites.

» Le granite contient parfois, surtout dans le massif de Rochail, près du lac Lauvitel, d'énormes enclaves d'une *syénite à mica noir,* riche en apatite et en sphène, que j'ai appelée *syénite du Lauvitel.* La composition de cette syénite est la suivante :

Silice	53,80	Soude	2,16
Alumine	19,20	Acide titanique	0,77
Protoxyde de fer	7,60	Acide phosphorique	1,20
Chaux	5,70	Perte au feu	1,28
Magnésie	4,80		
Potasse	5,08	Total	101,59

» Les feldspaths sont les mêmes que dans le granite : mais la cryptoperthite l'emporte de beaucoup sur l'albite. Cette cryptoperthite forme le ciment des autres minéraux. Elle englobe la biotite, l'amphibole et l'albite. Le quartz est rare, sauf sur les bords des enclaves, où il y a souvent un passage graduel au granite ambiant. Par les feldspaths, la roche ressemble au granite : elle en diffère totalement par sa richesse en fer et magnésie, et paraît être une forme profonde d'un magma lamprophyrique.

» Les massifs granitiques du Pelvoux apparaissent au milieu de terrains cristallophylliens d'âge inconnu, certainement antérieur au Houiller. Au contact, le granite s'aplitise, mais ne manifeste aucune modification chimique, et, là où les roches ne sont pas laminées par les efforts orogéniques, la limite est précise entre la roche éruptive et les strates cristallines. Celles-ci sont pénétrées de veines aplitiques, dans lesquelles on trouve quelquefois des blocs, encore anguleux, de roches cristallophylliennes diverses. Ces blocs, formés de gneiss, de micaschistes ou d'amphibolites, n'ont pas subi de modification spéciale; ils sont identiques aux roches des strates voisines, lesquelles, d'une façon générale, ne paraissent pas plus feldspathiques que beaucoup de strates cristallophylliennes très éloignées des massifs granitiques. Le métamorphisme exercé par le granite semble donc avoir été peu important; il aurait consisté surtout dans un *durcissement* des assises, par développement de quartz. Plusieurs des arêtes les plus aiguës de la haute région montagneuse sont constituées par ces strates cristallophylliennes durcies, en bordure d'un massif granitique. »

M. l'abbé **C. Maze** adresse une Note intitulée « Généralisation d'une formule de probabilités ».

A 4 heures trois quarts, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures. J. B.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 15 FÉVRIER 1897,

PRÉSIDENCE DE M. A. CHATIN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts** adresse une ampliation du Décret par lequel le Président de la République approuve l'élection de M. le général *Sebert* dans la Section de Mécanique, en remplacement de feu M. *Resal.*

Il est donné lecture de ce Décret.

M. le Président invite M. **Sebert** à prendre place parmi ses Confrères.

Notice sur la vie et les travaux du général Favé; par M. **Sarrau.**

« Favé (Idelphonse), né à Dreux le 28 janvier 1812, entra à l'École Polytechnique en 1830; il en sortit, avec le n° 16, dans le service de l'Artillerie.

» Dès l'année 1840, n'étant que lieutenant, il écrivait sous le titre : *Mémoire sur l'Artillerie de campagne,* un Ouvrage répondant à un programme posé par le Comité d'artillerie. Ce travail ne fut déposé qu'après l'expiration du délai fixé pour le concours; néanmoins, une récompense extraordinaire fut accordée à l'auteur, et son Mémoire, inséré au *Mémorial de l'Artillerie,* fut distribué en 1845 à tous les officiers de l'arme. Augmenté d'une seconde Partie, ce Mémoire est devenu l'Ouvrage intitulé : *Histoire et tactique des trois armes.*

» En la même année 1845, il fit paraître un *Nouveau système de défense des places fortes,* où il proposait un système original de tranchées défensives pratiquées par les assiégés, en avant du chemin couvert, pour entraver efficacement la méthode d'attaque, par tranchées offensives, due au génie de Vauban.

» En 1847, en collaboration avec Reinaud, de l'Académie des Inscriptions et Belles-Lettres, qui lui avait fourni des documents décisifs empruntés aux auteurs arabes du moyen âge, il publiait le résultat de ses études sur le *Feu grégeois et les origines de la poudre.*

» Ces travaux témoignent de ses connaissances profondes en Art militaire et de son érudition; il ne tarda pas à montrer qu'il savait aborder avec la précision et l'exactitude scientifiques les questions se rapportant à cette redoutable Science de la guerre qui se justifie par la protection qu'elle donne à la Patrie.

» Vers la fin de 1848, le capitaine Favé, alors adjoint au directeur de l'atelier de précision de l'Artillerie, était mandé par le prince Louis-Napoléon Bonaparte. Prisonnier au fort de Ham, le prince avait écrit des *Études sur le passé et l'avenir de l'Artillerie,* où il citait le livre de Favé sur les *Trois armes;* président de la République, il le choisissait pour réaliser son projet d'amener l'artillerie de campagne au plus haut degré de simplification, en remplaçant les quatre modèles de bouches à feu, alors en service, par un modèle unique équivalent, ou même supérieur.

» Une batterie se composait alors de quatre canons à boulets pleins et de deux obusiers, les canons de 8 et de 12 s'associant respectivement aux obusiers de 15^{cm} et de 16^{cm}.

» Favé proposa une pièce unique, ayant le calibre du canon de 12, tirant à volonté un boulet plein ou un obus, avec cette condition que la puissance générale de l'armement ne fût pas amoindrie et que sa légèreté fût accrue. A cet effet, il réduisait au quart du poids du projectile la charge qui, dans le canon de 12, était celle du tiers. Il avait judicieusement cal-

culé que cette réduction, avec la poudre alors usitée, n'abaissait que de 30^m environ la vitesse du boulet, en atténuait à peine l'effet destructeur et permettait cependant de réduire d'un quart le poids du canon par suite de la diminution des pressions intérieures. Ce canon était, dans tous les cas, supérieur au canon de 8; de plus, le tir des obus y était plus précis que dans les obusiers réglementaires, en raison de la supériorité des vitesses initiales. Le poids des obus était, il est vrai, diminué puisque leur calibre était moindre; mais le poids total du métal lancé dans un même temps devenait, en fait, supérieur lorsque, dans le combat, les six canons tiraient en obusiers.

» L'affût adopté fut celui du canon de 8, dont la résistance fut même accrue par de très simples modifications intérieures.

» A la suite des expériences prescrites par le Comité d'artillerie, le canon-obusier de 12 fut adopté et la réforme de l'armement s'accomplit, sans frais considérables, puisqu'elle se réduisait à la refonte de canons en bronze et utilisait les anciens affûts ainsi que tout le matériel roulant.

» La guerre de Crimée établit la supériorité de la nouvelle artillerie ; les États-Unis d'Amérique l'adoptèrent et en firent usage dans la guerre de la Sécession.

» Favé trouva, dans la guerre de Crimée, l'occasion d'une nouvelle création, bien importante, car elle fut le germe des marines cuirassées. Il fut chargé par l'empereur d'étudier l'attaque du port de Cronstadt, organe principal de la puissance navale de la Russie dans la Baltique.

» Il était absolument impossible à notre flotte de forcer une passe étroite défendue par plusieurs étages de casemates armées d'un très grand nombre de canons; mais il fut reconnu que des navires, tirant moins de trois mètres d'eau, pourraient, en des points déterminés, se dérober au tir des forts et les battre efficacement. Pour le succès d'une telle attaque, il suffisait de se procurer des batteries flottantes capables de recevoir, sans sombrer, les coups qui les atteindraient pendant la traversée.

» Avec le concours de deux officiers du Génie maritime, l'inspecteur général Garnier et l'ingénieur Guieysse, Favé établit le projet de ces batteries dont les murailles en bois étaient revêtues de plaques de fer. L'épaisseur de ces plaques étaient calculée de manière à supporter, à 300 mètres de distance, le choc des boulets de 30, et, dans ces conditions, l'artillerie des forts devenait inefficace. Ces batteries étaient mues par la vapeur; mais, l'opération devant se faire par mer calme, les machines étaient de faible puissance, peu encombrantes et peu coûteuses.

» La suite des événements détourna ces batteries de leur destination première; l'héroïque défense de Sébastopol se prolongeant outre mesure, on résolut d'y envoyer les trois premières batteries prêtes. Quand elles arrivèrent, Sébastopol était en notre pouvoir et elles servirent à l'attaque contre Kinburn.

» Le 18 octobre 1855, les trois batteries *La Dévastation*, *La Lave* et *La Tonnante* démantelèrent en quelques heures le fort de Kinburn : « Je les » ai revues en France, a écrit Dupuy de Lôme (¹), portant sur leurs pla- » ques l'empreinte d'un grand nombre de boulets qui n'avaient pas réussi » à en casser une seule » et l'illustre ingénieur ajoute ce qui suit :

« Étant moi-même l'auteur de notre flotte cuirassée, dont les premiers » navires ont paru avant aucune création de ce genre à l'étranger, je saisis » avec empressement l'occasion que m'offre mon rôle de rapporteur pour » constater à nouveau que l'honneur d'avoir conçu et fait construire nos » premières batteries flottantes revient à M. Favé, qui a ajouté ainsi une » belle page à l'histoire de notre pays. »

» Constamment préoccupé des mesures propres à accroître la puissance de l'armement, Favé ne considérait pas comme définitive la modification qu'il avait réalisée dans l'artillerie; ce fut à la suite de son Rapport sur les expériences de La Fère que le Comité d'artillerie, suivant les tracés de Treuille de Beaulieu, créa la première artillerie rayée qui a rendu de si grands services dans la campagne d'Italie.

» Poursuivant ses propres recherches, il dirigeait à Meudon, en 1860, les premiers essais de canons à balles formés d'un faisceau de tubes rayés parallèles. Des mitrailleuses furent plus tard construites suivant un mode analogue, mais non suivant l'idée première de l'auteur qui jugeait que, pour être vraiment efficace, le nouveau canon devait être d'un calibre assez fort pour entrer en ligne avec les autres bouches à feu, et contre-battre l'artillerie à toutes les distances de combat.

» Il profita enfin des circonstances qui mettaient à sa disposition des ateliers d'étude et d'ajustage pour établir un fusil de calibre réduit, se chargeant par la culasse. Ce fusil présentait sur le fusil Chassepot, qui fut adopté en 1866, l'avantage d'avoir une cartouche obturatrice, comme le fusil modèle 1874; mais l'amorçage de cette cartouche laissait encore à désirer au moment où la nécessité de circonstances imprévues décida l'adoption immédiate de l'arme de guerre à tir rapide.

(¹) Archives de l'Académie des Sciences.

» Le capitaine Favé était, dès 1852, officier d'ordonnance du président de la République; sept ans plus tard, lieutenant-colonel, il devint aide de camp de l'empereur et chef de son cabinet militaire pendant la guerre d'Italie. Il eut constamment la confiance du chef de l'État, et c'est au service des justes causes qu'il mit toujours l'influence que lui donnait sa position.

» Aujourd'hui que sont éteintes les ardeurs d'un conflit qui passionna le monde savant, on peut rappeler combien digne, équitable et conforme aux intérêts de la Science, fut son attitude dans la Commission chargée de faire une enquête sur l'administration du Muséum. Bien longue serait l'énumération des inventeurs qu'il aida de ses conseils et qu'il désigna aux libéralités de l'empereur; c'est ainsi qu'il s'intéressa aux premiers essais de la fabrication de l'aluminium, aux études de Foucault, aux expériences de Lissajous, à des recherches sur la télégraphie, sur les machines thermiques. En cela il apportait une patience inaltérable, une cordiale sympathie, une bienveillance, que l'on a qualifiée d'excessive, et qui manifestait son vif désir de ne rien perdre, en ce qui peut contribuer aux progrès de la Science et de l'Industrie.

» Les questions sociales attiraient aussi sa sollicitude; il fut, en 1851, l'un des principaux fondateurs de la « Société internationale des études pratiques d'économie sociale », dont F. Le Play a été le promoteur; il prit une part active à ses travaux et, lors de l'Exposition de 1867, contribua à la création d'un nouvel ordre de récompenses en faveur des établissements « qui ont développé la bonne harmonie entre les personnes coopérant » aux mêmes travaux et qui ont assuré aux ouvriers le bien-être matériel, » intellectuel et moral ». C'est en s'inspirant du même sentiment philanthropique qu'il fut l'un des fondateurs de la « Société Franklin » pour propager les bibliothèques populaires et de « l'Œuvre des pensions militaires » pour faciliter aux blessés, aux veuves et aux orphelins, l'obtention des pensions auxquelles ils ont droit.

» Les aptitudes spéciales de Favé l'avaient naturellement désigné pour les fonctions de professeur d'Art militaire à l'École Polytechnique. Nommé général, il fut appelé, en 1865, au commandement de cette École; il y apporta les qualités bienfaisantes de son intelligence et de son caractère. Ferme et bienveillant, il y fut aimé des élèves et des maîtres; sincère admirateur de la Science pure, il n'oublia jamais que l'École, où se recrutent les principaux Services publics, est aussi l'un des foyers de la Science française. Il est des membres de cette Académie qui se souviennent avec grati-

tude de l'appui qu'il donna à leurs débuts, des ressources qu'il offrit à leurs travaux.

» Pendant la guerre de 1870, le général Favé servit d'abord l'armée active, puis fut envoyé du camp de Châlons à Paris, où il commanda l'artillerie de l'enceinte et des forts, sur la rive droite de la Seine. Il prit une part importante à la bataille de Champigny et à l'attaque de Ville-Évrard, où il fut gravement blessé par un éclat d'obus.

» Nommé, en 1871, au commandement de l'artillerie du 14e corps, à Grenoble, il conserva ce poste jusqu'à sa mise au cadre de réserve, en 1874; il fut alors nommé grand officier de la Légion d'honneur.

» Il reprit, quelque temps après, le cours d'Art militaire à l'École Polytechnique et le conserva jusqu'en 1882; travailleur infatigable, il consacra ses loisirs à des études historiques et composa deux importants Ouvrages sur l'ancienne Rome et sur l'Empire des Francs.

» Il fut élu, en 1876, membre libre de l'Académie des Sciences; fort assidu aux séances, il y écoutait attentivement les Communications sur les branches les plus diverses de la Science. Lorsque, dans ces dernières années, se produisit l'évolution qui a si profondément modifié les conditions de l'armement, il la suivit avec ardeur, se rendant exactement compte de tous les progrès accomplis, et témoignant ainsi du désir qu'il avait de voir de nouveaux efforts accroître la puissance défensive et offensive de la France au delà de celle dont il avait été l'un des principaux artisans.

» Il mourut à Paris, le 14 mars 1894, et sa mémoire est vénérée par tous ceux qui ont connu cette vie, tout entière consacrée à la Science et à la Patrie.

» Une vive amitié, dont l'origine est due à Sénarmont, unissait Favé à l'illustre Pasteur; le général aimait et admirait celui dont chaque pensée a été le germe d'un bienfait pour l'humanité. Devant les manifestations d'un génie si merveilleusement bienfaisant, la tâche de ceux qui transforment et perfectionnent la Science malfaisante de la guerre paraît bien ingrate; mais, inspirée par de cruelles nécessités, l'œuvre qu'ils accomplissent est aussi l'une des formes du Devoir : c'est ce qui fait la consolation de leur vie et l'honneur de leur mémoire. »

Note sur la troisième Partie du « Catalogue de l'Observatoire de Paris »; par
M. M. Lœwy.

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie la troisième Partie du « Catalogue de l'Observatoire de Paris (12^h à 18^h) » qui comprend, comme les précédents, deux Volumes distincts : l'un, sous le titre *Positions observées*, renferme 108000 observations individuelles, d'où ont été déduites les coordonnées moyennes de 8565 étoiles figurant dans l'autre qui constitue le *Catalogue* proprement dit.

» Jérôme de Lalande, activement secondé par son neveu, Michel Lefrançais de Lalande, avait entrepris, il y a un siècle, à l'aide d'une toute petite lunette de 6^{cm} à 7^{cm} d'ouverture, une vaste exploration du Ciel, par zones, comprenant environ 50000 étoiles. Leurs nombreuses séries d'observations non réduites, mais qui possèdent une exactitude remarquable, ont été publiées dans l'*Histoire céleste française*. Ils ont ainsi légué à la postérité une œuvre considérable qui a déjà rendu à l'Astronomie les services les plus variés.

» Dans le but de pouvoir étudier les mouvements propres des astres et d'arriver ainsi à des conclusions plus certaines sur la valeur de la constante de la précession et sur le mouvement de translation du système solaire, Le Verrier avait organisé et inauguré, en 1854, la réobservation des zones de Lalande, à l'aide des instruments méridiens. Cet énorme travail de revision, qui a été pendant quarante-trois ans l'objet des efforts d'une partie notable du personnel de notre établissement, est presque terminé.

» Le Catalogue d'étoiles de l'Observatoire, dont les trois quarts, contenant les positions de 23349 étoiles, se trouvent maintenant entre les mains des astronomes, renferme les résultats d'ordre général déduits de ces labeurs multiples et prolongés. Nous pouvons espérer que, dans quelques années, probablement vers 1900, nous aurons entièrement achevé ce grand Ouvrage, qui rendra facilement utilisables les 400000 observations faites aux instruments de Paris pendant ce long espace de temps.

» Pour toutes les étoiles communes au Catalogue de Paris et à celui de Lalande-Baily, la différence de coordonnées fournie par les deux Catalogues a été calculée avec la plus rigoureuse exactitude. Le même travail a été fait pour le Catalogue Bradley-Auwers.

» Les résultats de ces comparaisons sont publiés, comme dans les par-

ties précédentes, dans le texte du Catalogue pour les étoiles de Lalande, et dans un Chapitre spécial pour les étoiles de Bradley.

» Le succès de cette importante publication est, en grande partie, dû à M. Gaillot, qui en a dressé le plan et dirigé l'exécution. Dans cette tâche, d'une nature si complexe, il a été secondé de la manière la plus efficace par M. Bossert, qui a, en outre, effectué une détermination des mouvements propres pour toutes les étoiles de Lalande dont le déplacement paraît sensible. »

HISTOIRE DES SCIENCES. — *L'âge du cuivre en Chaldée;* par M. **Berthelot**.

« Les découvertes faites en Chaldée, à Tello, depuis quelques années, par M. de Sarzec, ont fait connaître des monuments d'une haute antiquité, remontant aux origines de la civilisation, c'est-à-dire à cinq ou six mille ans. Elles ont fourni, entre autres, des armes, ornements et outils, susceptibles de jeter une nouvelle lumière sur l'origine de l'industrie des métaux. Tels sont les objets déposés au Musée du Louvre et que M. Heuzey, notre confrère, a bien voulu soumettre à mon examen.

» Voici les résultats que j'ai obtenus, lesquels font suite aux recherches méthodiques que je poursuis depuis quelques années sur les métaux des anciennes civilisations. Il en résulte de nouveaux progrès dans la connaissance de ces intéressantes questions. En effet, on y rencontre les premiers et plus anciens monuments datés, appartenant à l'âge du cuivre.

» 1. J'ai d'abord analysé une *lance* ou lame colossale, portant divers dessins et inscriptions, avec le nom d'un roi de Kish, lequel remonterait à une époque antérieure à Our-Nina, c'est-à-dire à quatre mille ans environ avant notre ère. Cette lance n'a pas dû servir à un usage pratique; elle semble avoir un caractère hiératique, ayant été consacrée à quelque divinité, ou à quelque souverain. Elle est formée par un métal rouge, fortement altéré dans quelques-unes de ses parties, et changé en une pâte verdâtre.

» J'ai analysé séparément le métal et les produits de son altération.

» La limaille du métal est constituée par du cuivre sensiblement pur; je n'y ai rencontré ni étain, ni plomb, ni zinc, ni arsenic, ni antimoine, en proportion sensible.

» La portion oxydée est formée par un oxychlorure de cuivre hydraté (atakamite) exempt de carbonate. Il ne s'y trouvait pas d'arsenic, ni

d'antimoine, ni d'étain, ni de zinc, mais une trace de plomb. Cette matière, desséchée à l'étuve, renfermait $Cl = 19,6$. L'atakamite :

$$3CuO.CuCl^2 + 4H^2O,$$

une fois desséché, contient $Cl = 19,1$.

» Cet oxychlorure résulte de l'action des eaux saumâtres du sol, au sein duquel la lame a séjourné depuis tant de siècles. Une fois l'objet retiré des profondeurs et mis en contact avec l'air, la présence des chlorures alcalins et de l'atakamite menace d'en amener, à la longue, la désagrégation totale; par suite de sa transformation progressive en protoxyde de cuivre. Cette désagrégation résulte d'un certain enchaînement de réactions, qu'une petite quantité de chlorure de sodium détermine, avec l'intermédiaire de l'atakamite, et que j'ai définies par des expériences directes (*Annales de Chimie et de Physique*, 7e série, t. IV, p. 552). Elle a commencé à se produire dès à présent sur la lame chaldéenne, déposée au Louvre, et la menace d'une destruction lente. La plupart des statuettes de cuivre, trouvées dans les mêmes fouilles, et dont j'ai donné l'analyse (1), ainsi que celle des haches dont il va être question, sont également en train d'éprouver cette altération dans le Musée. Elles y sont étiquetées à tort : *objets de bronze*, étant de cuivre pur.

» 2. *Herminette à douille*, formée par un métal rouge. Fragments cassés, revêtus d'une patine verdâtre. Un instrument semblable est représenté entre les mains de personnages chaldéens, sur les monuments, de l'époque d'Our Nina à celle de Goudea, c'est-à-dire de l'an 4000 à l'an 3000 environ avant notre ère.

» Les fragments que j'ai analysés sont constitués essentiellement par du cuivre métallique, associé à un peu de protoxyde. Ni étain, ni plomb, ni zinc, ni arsenic, ni antimoine. La herminette n'est donc pas formée par du bronze, mais par du cuivre sensiblement pur.

» Il existe au Louvre plusieurs haches chaldéennes analogues à douille transversale, circulaire, située vers l'une des extrémités, de la même forme que certaines haches de bronze, des temps préhistoriques en Europe. Ces haches chaldéennes de cuivre pur sont également moulées. On en voit de pareilles, figurées dans les Ouvrages de Much (*Die Kupferzeit*), dans les belles publications de M. Chantre sur l'âge du bronze, dans celles de M. Montelius sur l'âge du cuivre en Suède, dans celles de M. Martin sur

(1) *Histoire des Sciences*, t. I : *Transmission de la Science antique*, p. 391.

le Musée de Minoussinsk (Sibérie). Ce sont des formes industrielles, communes, dues sans doute à un même mode de fabrication et d'emploi.

» 3. *Hachette ou herminette* complète, rouge, à tranchant vif, horizontal et à douille; elle a été trouvée, encore emmanchée, au-dessous des constructions anciennes du roi Our-Nina. M. Heuzey la regarde comme l'objet peut-être le plus ancien rencontré dans ces fouilles. Le métal est dur; c'est du cuivre pur, exempt d'étain, de plomb, de zinc; mais il renferme des traces d'arsenic et de phosphore. Ce métal semblerait donc avoir été durci par le concours de ces derniers éléments; de même que les instruments trouvés dans les mines du Sinaï, dont j'ai publié récemment les analyses. Mais nous ne possédons pas les minerais qui ont été employés dans la fabrication des objets chaldéens, et dès lors, nous ne pouvons pas affirmer, comme j'ai pu le faire pour les outils du Sinaï, que la présence de l'arsenic résulte sans doute de l'addition de quelque substance étrangère au minerai de cuivre proprement dit. En tout cas, je le répète, il s'agit ici de cuivre et non de bronze, les outils chaldéens ne contenant pas d'étain.

» Indépendamment des objets de cuivre qui précèdent, M. Heuzey m'a remis divers échantillons d'autres métaux, trouvés dans les mêmes fouilles, mais de date moins certaine. Voici les résultats que j'ai obtenus :

» 4. *Objet ovoïde,* d'apparence métallique, pesant 121^{gr}, trouvé avec les objets chaldéens.

» La limaille était constituée par du fer en partie oxydé, sans arsenic, ni zinc, ni alumine.

» 5. Lingot et rognures (anciennes) d'un métal blanc, trouvés avec des objets chaldéens dans un vase de grosse poterie.

» La limaille du lingot renfermait : argent 95,1 ; cuivre, petite quantité; patine notable; pas de plomb.

» Les rognures renfermaient : argent 98,0; cuivre, traces; pas de plomb.

» 6. *Feuille d'or jaune*, d'origine chaldéenne ou assyrienne. Cet or ne renferme ni cuivre, ni plomb, ni fer en proportion sensible. Il contient une dose considérable d'argent, dose que le poids minime de l'échantillon mis à ma disposition ne me permet pas d'ailleurs de préciser davantage. La présence de l'argent dans cette feuille d'or n'en mérite pas moins attention, car elle répond à la composition des feuilles d'or provenant des tombeaux de l'ancienne Égypte, telles que celles du cercueil du roi Hor-Fou-Ab-Ra (XIIe dynastie) et du trésor de Dahchour, découvertes par M. de Morgan, et que j'ai analysées (*Annales de Physique et de Chimie*, 7e série, t. IV,

p. 572). De même certains fils d'or et les perles d'or du collier de la princesse Noub-Hotep (XIIe dynastie). C'est toujours l'alliage antique d'or et d'argent, désigné sous le nom d'*asem*. En Chaldée comme en Égypte, à ces époques reculées, on savait mal purifier l'or natif.

» L'existence de degrés successifs dans l'usage et la purification des métaux, soit usuels, soit précieux, ressort de toutes ces analyses. En particulier, l'emploi du cuivre pur pour fabriquer les armes et outils, même d'usage courant, en Chaldée vers l'an 4000 avant notre ère, est établi par les analyses. Il a précédé l'emploi du bronze, c'est-à-dire du cuivre allié à l'étain, lequel se retrouve dans des objets postérieurs, en Chaldée comme en Égypte. On peut même ajouter que la forme des haches à douilles, les procédés de moulage et de fabrication, aussi bien que les usages pratiques auxquels ces outils étaient destinés, ont été les mêmes, soit pour les haches de cuivre pur de la Chaldée, soit pour les haches de bronze préhistoriques de l'Europe et de la Sibérie. Ces observations me paraissent d'autant plus dignes d'intérêt qu'elles ont porté sur des objets authentiques et qui remontent, en Chaldée et en Égypte, aux temps historiques proprement dits, conditions que les objets de cuivre pur trouvés en Europe ne remplissent pas au même degré. Les découvertes faites en Égypte et en Chaldée apportent dès lors de nouvelles lumières aux problèmes relatifs à l'origine de l'industrie des métaux dans l'histoire de l'humanité. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Études sur la vinification dans les régions méridionales.* Note de M. A. MÜNTZ.

« Dans les vignobles du midi de la France et plus encore dans ceux de l'Algérie et de la Tunisie, le raisin arrive à la cuve à une température qui atteint et dépasse souvent 30°.

» La fermentation s'établit alors rapidement et, sous son influence, le moût s'échauffe, en un ou deux jours, jusqu'à 40° et même 42°.

» A ce moment, la levure alcoolique est tuée et la vinification s'arrête. Les vins restent douçâtres et constituent un milieu favorable au développement des bactéries, qui en altèrent la nature et y produisent des maladies. Aussi est-il fréquent de voir dans ces régions les récoltes compromises ou même complètement perdues.

» En empêchant l'échauffement excessif du moût, on obtient, au con-

traire, une fermentation régulière; tout le sucre est transformé en alcool et les microrganismes nuisibles ne trouvent plus un terrain propice à leur multiplication. Les vins sont alors de qualité bien supérieure et ne donnent plus d'inquiétude pour leur conservation.

» Ce résultat peut être obtenu à l'aide d'un appareil tubulaire ([1]), dans lequel circule le moût, et qui est arrosé d'eau, appareil presque identique à celui qu'emploient les brasseurs pour refroidir les moûts de bière.

» Il résulte de mes observations que le moment le plus opportun pour effectuer cette réfrigération est celui où le moût en fermentation a atteint 33° à 34°. Si on laissait monter la température jusqu'au point critique où la levure commence à souffrir, c'est-à-dire à 37°,5, les résultats seraient bien moins satisfaisants; si on la laissait monter jusqu'au point où la levure est tuée, c'est-à-dire à 39° ou 40°, l'opération serait faite en pure perte, car le refroidissement ne rendrait pas la vie à la levure.

» Aux vendanges de 1896, dans le Roussillon, j'ai appliqué la réfrigération à plusieurs milliers d'hectolitres de vin, dans un appareil débitant 80 hectolitres à l'heure; cette opération, qui représente à peine une dépense de dix centimes par hectolitre, a donné aux vins une grande supériorité sur ceux qui avaient été traités par les procédés usuels.

» En effet, la fermentation des premiers était terminée au soutirage; ils avaient une plus grande richesse alcoolique et ne contenaient plus que des traces de sucre; parfaitement sains, ils se clarifiaient rapidement. Ceux qui n'avaient pas été refroidis, dont la température s'était élevée jusqu'à 39° et 40°, avaient moins d'alcool, étaient encore très doux, restaient louches pendant plusieurs mois et menaçaient de s'altérer.

» Je reproduis ici quelques-uns des résultats que j'ai obtenus dans le Roussillon, aux vendanges de 1896, sur des vins de Carignan examinés au décuvage, 10 jours après la récolte :

	Échauffement maximum du moût.	Alcool pour 100.	Sucre restant par litre.
	°		gr
Réfrigéré	35,5	11,7	»
»	36,0	11,45	5,9
»	37,5	11,5	6,5
Non réfrigéré.........	39,0	10,2	26,0
»	39,0 à 40,0	10,1	33,0

([1]) M. Brâme paraît avoir été le premier à essayer ce mode opératoire.

» Lorsque la température critique de 37°,5 est dépassée, ne fût-ce que de 1° ou 1°,5, la qualité du vin est immédiatement changée dans une forte proportion.

» La réfrigération, judicieusement appliquée à la vinification, peut donc rendre les plus grands services; elle a si merveilleusement réussi dans la fabrication de la bière, qu'on peut s'étonner de la voir s'introduire si lentement dans la pratique vinicole.

» L'envahissement, par des bactéries, des vins qui se sont échauffés outre mesure, dans le cours de la fermentation, m'a porté à rechercher si, parmi les produits qu'élaborent ces microrganismes, dans le cours de leur développement, et qui modifient la qualité des vins, on retrouvait de l'ammoniaque ([1]).

» La plupart de ces organismes sont, en effet, des ferments des matières albuminoïdes et détruisent la molécule azotée complexe, avec production d'ammoniaque. La levure, au contraire, on le sait par les travaux de Pasteur, fait disparaître cet alcali, qu'elle utilise pour la formation de ses tissus.

» Les résultats de mes expériences ont été ceux que j'avais prévus. Les vins qui ont fermenté à basse température, et dans lesquels les bactéries sont très peu abondantes, ne contiennent, en effet, que de faibles quantités d'ammoniaque, 4^{mgr} à 5^{mgr} par litre en moyenne : ceux qui se sont échauffés, au point de rendre la levure inerte et de se trouver envahis par les bactéries, contiennent de l'ammoniaque en très forte proportion, jusqu'à 50^{mgr} et même 100^{mgr} par litre.

» Voici quelques exemples qui montrent l'influence du degré d'échauffement sur les proportions d'amomniaque formées dans des vins de même cépage et de la même propriété :

	Température maxima atteinte par le moût.	Ammoniaque formée par litre.
	°	mgr
1895	37,5	6,6
1895	40,5	60,0
1896	34,25	3,2
1896	40,0	21,92

» J'ai pu isoler de ces vins des bactéries qui sont d'actifs agents de décomposition pour les matières albuminoïdes.

([1]) La présence de sels ammoniacaux dans le vin avait déjà été signalée, notamment par M. Maumené.

» D'une façon générale, d'ailleurs, j'ai retrouvé beaucoup plus d'ammoniaque dans les vins malades ou incomplètement fermentés que dans les vins sains ou vinifiés dans de bonnes conditions.

» J'ai comparé entre eux des vins de la Gironde, de même cépage et de même origine, dont les uns étaient restés sains et dont les autres étaient devenus malades :

		Ammoniaque par litre.
		mgr
1893.	Saint-Émilion. Vin non mannité	20,5
1893.	Saint-Émilion. Vin mannité	48,0
1896.	Médoc. Vin non cassé	4,92
1896.	Médoc. Vin cassé	23,36

» L'ammoniaque ainsi formée persiste dans les vins, et je l'ai retrouvée après sept et huit ans de bouteille.

» Elle ne paraît pas avoir, par elle-même, une influence sur la qualité des vins; mais son dosage peut avoir son utilité, car une forte proportion est l'indice d'une vinification défectueuse ou de maladies de début et doit inspirer des inquiétudes quand il s'agit de vins de garde. »

ARITHMÉTIQUE. — *Sur certains points de la théorie des résidus des puissances. Caractères distinctifs des nombres, ou racines, d'où proviennent les résidus générateurs.* Note de M. **de Jonquières**.

« I. État de la question : p étant un module premier, n un exposant diviseur de $p-1$, et $\frac{p-1}{n}=e$, on sait que :

» 1° Le nombre des résidus *différents*, de la $n^{\text{ième}}$ puissance, est e, chacun d'eux se trouvant répété n fois;

« 2° Une partie seulement de ces résidus jouissent de la propriété de les reproduire *tous* par les résidus (selon le module p) des puissances consécutives de l'un quelconque R d'entre eux, depuis l'exposant 1 jusqu'à l'exposant e inclusivement; ce qui leur a fait donner le nom de *générateurs*. Il s'ensuit que tout résidu générateur appartient à l'exposant e (selon l'expression consacrée), c'est-à-dire que $R^e \equiv 1 \pmod p$, sans abaissement possible de l'exposant;

» 3° Lorsque l'exposant n est un nombre premier, les racines r, d'où proviennent les générateurs R et qui sont au nombre de n pour chacun de ceux-ci, appartiennent : les unes, à l'exposant $p-1=n.e$; ce sont les racines primitives de p; les autres, à l'exposant e; ce sont, parmi les racines

de la congruence $x^e - 1 \equiv 0 \pmod{p}$, celles que, par extension, Gauss a appelées *racines primitives* de cette congruence, et dont le nombre est $\varphi(e)$.

» Par exemple, si $p = 41$, $n = 5$, d'où $e = 8$, on trouve que, parmi les huit résidus, quatre sont générateurs, savoir ± 3, ± 14; chacun de ceux-ci provient de quatre racines primitives de 41 et d'une racine secondaire appartenant à l'exposant 8.

» Tels sont, *que je sache*, les résultats connus jusqu'à présent. Mais, en employant le même module 41, si l'on prend $n = 8$ et $e = 5$, les choses changent de face. Les cinq résidus différents sont alors 1, 10, 16, 18 et 37, dont les quatre derniers sont générateurs. Chacun de ceux-ci provient, indistinctement, de quatre racines primitives de 41 et de quatre autres racines appartenant à *divers* multiples de e. Pour ne citer qu'un de ces résidus, 10 provient : des quatre racines primitives 6, 13, 28, 35; de la racine 18, qui appartient à $e = 5$; de 23, qui appartient à $2e = 10$; enfin de 2 et 39, qui appartiennent à $4e = 20$.

» *Desiderata*. — Cette intervention de multiples, intermédiaires entre e et ne, de e dans les caractéristiques de quelques-unes des racines *génératrices* et les conditions où elle s'exerce, n'ont été, je crois, ni expliquées, ni même signalées. Elles forment le sujet de mes recherches et sont une conséquence du théorème suivant, où n est essentiellement un diviseur de $p - 1$.

» II. Théorème. — *Lorsqu'un résidu* R, *de puissance* $n^{ième}$, *selon le module premier* p, *est générateur, donc appartient à l'exposant* $e = \frac{p-1}{n}$, *les* n *racines* r, *d'où il provient indistinctement, appartiennent à quelque multiple* ke *de* e, *le facteur entier* k *ayant toujours, pour quelques-unes au moins d'entre elles, la valeur* n, *et étant pour celles qui restent, s'il y en a, un diviseur de* n *qui, selon le cas, n'est pas le même pour toutes ces dernières.*

» Je vais : 1° Prouver que k est toujours égal à n pour quelques-unes au moins des racines r; 2° Préciser le cas où il l'est pour toutes; 3° Définir ceux où e n'intervient qu'avec le multiplicateur $k = 1$; 4° Enfin, ceux où k prend plusieurs valeurs autres que n ou 1. De la sorte, seront éclaircis tous les points de cette question, très confuse au premier aspect. Avant tout, prouvons que la valeur $k = n$ intervient, au moins partiellement, dans tous les cas; ce qu'on sait déjà.

» Si $k = n$, la racine r appartient à l'exposant ne; c'est une racine primitive de p. Elle fait nécessairement partie de celles d'où provient l'un quelconque R des générateurs; car, tous ses résidus étant différents, les ré-

sidus de $R^1, R^2, R^3, \ldots, R^e$ le sont aussi, puisqu'ils ne sont autres que ceux-là, pris de n en n. Donc, R appartient à e; il est générateur.

» III. Cela posé, les questions que je viens d'énoncer se rapportent aux quatre cas suivants :

Premier cas : *Tous les facteurs premiers de n se trouvent dans e, avec des exposants égaux ou différents, e possédant, ou non, d'autres facteurs premiers à n.*

» Le symbole $\varphi(M)$ désignant, selon l'usage, combien il y a de nombres non supérieurs et premiers à M, le nombre des racines primitives de p est $\varphi(n.e)$, et le nombre des racines, dites *primitives*, de e (pour le module p), donc aussi celui des résidus générateurs pour la puissance $n^{\text{ième}}$, est $\varphi(e)$. Il s'ensuit, d'après (I, 1°), que les racines d'où proviennent les résidus générateurs sont, exclusivement, *toutes* les racines primitives de p, toutes les fois qu'on a l'égalité

$$(1) \qquad n.\varphi(e) = \varphi(n.e),$$

car elles sont en nombre suffisant, et non surabondantes, parce qu'on ne peut jamais avoir $\varphi(n.e) > n.\varphi(e)$. Il s'agit donc de savoir dans quelles conditions l'égalité (1) est vérifiée.

» Or, elle se vérifie, comme je vais le démontrer, chaque fois que *tous* les facteurs premiers de n se retrouvent, soit avec les mêmes exposants, soit avec des exposants différents, parmi les facteurs de e; circonstances qui peuvent, par conséquent, se présenter plusieurs fois, sous des formes diverses, pour un même module p, selon le mode de partition des facteurs de $p - 1 = n.e$ entre les deux nombres n et e. Par exemple, soit $p = 97$; comme $96 = 2^5.3$, on a les diverses partitions : $n = 2^4$, $e = 2.3$; $n = 2^3$, $e = 2^2.3$; $n = 2^2$, $e = 2^3.3$; $n = 2$, $e = 2^4.3$.

» *Démonstration.* — Soit $n.e = a^A.b^B.c^C.d^D\ldots$; $a, b, c, d, \ldots$ étant des facteurs premiers; et $n = a^\alpha.b^\beta.c^\gamma.d^\delta\ldots$, avec $e = a^{\alpha'}.b^{\beta'}.c^{\gamma'}.d^{\delta'}\ldots$; $\alpha, \beta, \gamma, \ldots, \alpha', \beta', \gamma', \ldots$ étant des exposants dont aucun n'est nul, et qui satisfont aux égalités

$$(2) \qquad \alpha + \alpha' = A, \qquad \beta + \beta' = B, \qquad \gamma + \gamma' = C, \qquad \ldots.$$

Je dis que l'égalité (1) est vérifiée.

» En effet, le premier membre est alors

$$a^\alpha.b^\beta.c^\gamma\ldots\varphi(a^{\alpha'}.b^{\beta'}.c^{\gamma'}\ldots),$$

et il a pour valeur, comme on sait (parce que $a, b, c, \ldots$ sont des nombres

premiers)

$$a^{\alpha}.b^{\beta}.c^{\gamma}\ldots a^{\alpha'-1}.b^{\beta'-1}.c^{\gamma'-1}\ldots(a-1)(b-1)(c-1)\ldots,$$

qui devient, en réunissant les facteurs de même nom,

$$a^{A-1}.b^{B-1}.c^{C-1}\ldots(a-1)(b-1)(c-1)\ldots.$$

Or, telle est aussi la valeur du second membre, car

$$\begin{aligned}\varphi(n.e) &= \varphi(a^{\alpha}.b^{\beta}.c^{\gamma}\ldots a^{\alpha'}.b^{\beta'}.c^{\gamma'}\ldots) = \varphi(a^{\alpha+\alpha'}.b^{\beta+\beta'}.c^{\gamma+\gamma'}\ldots)\\ &= a^{A-1}.b^{B-1}.c^{C-1}\ldots(a-1)(b-1)(c-1)\ldots,\end{aligned}$$

à cause des relations (2).

» *Exemple* : $p=97$, $n=2^4$, $e=2.3=6$ (l'unique facteur premier de n se trouve dans e). Les six résidus sont ± 1, ± 35, ± 61; les seuls générateurs sont -35 et -61, c'est-à-dire 62 et 36. On est bien dans le cas qui vient d'être traité, car

$$n\varphi(e) = 2^4.2 = \varphi(2^4.2.3) = \varphi(2^5.3) = 2^4.2 = 32$$

» Les trente-deux racines primitives de 97 interviennent seules pour engendrer les deux résidus générateurs. Quant aux racines qui appartiennent à $e=6$, elles produisent des résidus qui n'appartiennent pas à l'exposant 6 et ne sont pas générateurs [1].

DEUXIÈME CAS : *n est un nombre premier.*

» Alors, on a évidemment $n\varphi(e) > \varphi(n.e)$; car $\varphi(n.e) = \varphi(n).\varphi(e)$, et n est toujours $> \varphi(n)$. Les racines primitives sont donc en nombre insuffisant pour fournir toutes les génératrices des résidus générateurs; les racines secondaires doivent prêter leur concours, et je dis que ce sont celles qui appartiennent à l'exposant e.

» En effet, on a par définition $R \equiv r^n$, et par hypothèse $r^e \equiv 1$. Soit x l'exposant *minimum* non connu, auquel appartient R; je dis que x ne peut être autre que e.

» En effet, puisque $R^x \equiv 1$, comme R^x n'est autre que r^{nx}, on a la rela-

(1) Je ne m'occupe pas, dans cette *Note*, des résidus *non générateurs*. Il serait très facile de démontrer qu'*ils proviennent de racines appartenant à des exposants de la forme* Kn, *où l'entier* K *est un diviseur de e, mais jamais e lui-même;* théorème corrélatif de celui que j'ai énoncé plus haut (II) et qui est démontré dans les quatre paragraphes de (III).

tion de congruence $r^{nx} \equiv r^e$, d'où $nx \equiv 0 \pmod e$ (*Disquisitiones*, n° 48). Puisque e divise le second membre et qu'il est premier à n, il doit diviser x, dont la valeur minimum est par conséquent e lui-même.

» Ainsi, dans ce cas, les racines appartenant à e jouissent, pour la génération des résidus générateurs, de la même aptitude et du même droit que les racines primitives. Elles se répartissent également entre eux, comme celles-ci.

» On conclut de là, pour le cas de n premier, cette relation fort simple

$$(1) \qquad n\varphi(e) = \varphi(ne) + \varphi(e)$$

entre le nombre n et ceux des racines primitives de p et des racines secondaires de p appartenant à e.

» *Exemple* : $p = 41$, $n = 5$, $e = 8$; $\varphi(5.8) = 16$, $\varphi(8) = 4$, et l'on a $5.4 = 16 + 4$. En outre, les résidus des puissances cinquièmes, pour le module 41, sont ± 1, ± 3, ± 9, ± 14, parmi lesquels les seuls générateurs sont ± 3, ± 14. Ceux-ci proviennent, savoir :

$+3$,	des racines	11, 12, 28, 34 et 38_e	dont les quatre premières, dans chaque ligne, sont racines primitives de 41, tandis que la dernière de chaque ligne appartient à l'exposant e. Les quatre de cette espèce s'adjoignent donc aux seize primitives.
-3,	»	7, 13, 29, 30 et 3_e	
$+14$,	»	15, 22, 24, 35 et 27_e	
-14,	»	6, 17, 19, 26 et 14_e	

TROISIÈME CAS : *n, nombre composé, est premier à e.*

» Si k désigne l'un quelconque des diviseurs de n, k étant, par hypothèse, premier à e, je dis que toute racine r, appartenant à l'exposant ke, engendre un résidu générateur $R \equiv r^n$.

» Soit, comme ci-dessus, x l'exposant minimum auquel appartient R. On a, par les données et l'hypothèse, $R^x \equiv 1$, donc $r^{nx} \equiv 1$, ou, en écrivant $n = kn'$, $r^{kn'x} \equiv 1$. Mais on a aussi $r^{ke} \equiv 1$; d'où $kn'x \equiv ke$, et $n'x \equiv 0 \pmod e$. e, diviseur du second nombre et premier à n' par hypothèse (puisque n' est un diviseur de n), doit donc diviser x; donc, comme ci-dessus, la valeur minimum de x est e. Donc, R est générateur, quand la racine r appartient à ke.

» *Exemple* : $p = 31$, $n = 2.3 = 6$, $e = 5$. Les résidus, de puissance sixième, de 31, sont 1, 2, 4, 8, 16; sauf l'unité, tous sont générateurs.

2	provient	des racines	12, 21,	qui sont primitives;	de	2,	app^t	à e;	de	29,	app^t	à $2e$;	de	10, 19,	app^t	à $3e$
4		»	11, 24,	»	; de	4,	»	à e;	de	27,	»	à $2e$;	de	7, 20,	»	à $3e$
8		»	17, 22,	»	; de	8,	»	à e;	de	23,	»	à $2e$;	de	9, 14,	»	à $3e$
16		»	3, 13,	»	; de	16,	»	à e;	de	15,	»	à $2e$;	de	18, 28,	»	à $3e$

» *Autre exemple* : $p = 97$, $n = 2^5 = 32$, $e = 3$. Les trois résidus, de puissance 32ième, de 97, sont 1, 35 et 61. Les deux derniers seuls sont générateurs et proviennent, chacun, de seize racines primitives, et de seize racines secondaires appartenant à e, $2e$, $4e$, $8e$, $16e$, leur nombre, pour chacun des deux générateurs et relativement à chacun de ces exposants, étant, respectivement, égal à la moitié de la valeur du nombre $\varphi(ke)$ qui est propre à l'exposant que l'on considère ([1]).

» Un troisième exemple s'est présenté plus haut (I), pour $p = 41$, $n = 8$, $e = 5$.

QUATRIÈME CAS : *n est composé de facteurs, les uns premiers à e, les autres non-premiers à e.*

» Je dis que les racines appartenant à des exposants de la forme ke sont seules génératrices, à la condition que chaque multiplicateur k contienne *tous ceux* des facteurs a^α, b^β, c^γ, ... de n, dont les facteurs premiers a, b, c, ... se trouvent dans e (avec des exposants égaux à ceux-là ou différents), sans préjudice d'autres facteurs de n, pris exclusivement parmi ceux qui sont premiers à e.

» Par exemple, si $p = 3301$, $n = 2.3.5.11 = 330$, $e = 2.5 = 10$, on devra prendre pour k les valeurs 10, 30, 110, 330, mais non 6, 22, 33, 15, 55, qui ne contiennent qu'un seul, ou aucun, des facteurs de e.

» *Démonstration.* — Écrivons $n = kn'$; n' et e sont premiers entre eux. On a, par définition, $R \equiv r^n$ et, par hypothèse, $r^{ke} \equiv 1$, sans abaissement possible de l'exposant. Soit x l'exposant auquel R appartient, d'où $R^x \equiv r^{kn'x} \equiv 1$. De cette congruence et de la précédente, on tire $r^{kn'x} \equiv r^{ke}$, d'où $kn'x \equiv ke$ et $n'x \equiv 0 \pmod e$; on en conclut, comme ci-dessus, à cause de n' premier à e, que la moindre valeur de x est e. Donc, lorsque r appartient à ke, et seulement alors, R appartient à e; il est générateur.

» Dans le cas où k contient, en sus des facteurs non premiers entre n et e, *tous* les autres facteurs de n, la racine appartenant à ke est une racine primitive de p; on a déjà vu, d'une autre façon (II), qu'elle est toujours génératrice; les deux résultats s'accordent.

» *Exemples* : $p = 61$, $n = 2.3 = 6$, $e = 2.5 = 10$ (61 possède seize

---

([1]) Ainsi, dans cet exemple, sur les seize racines secondaires appartenant aux ke pour le générateur 35, une appartient à $e = 3$, une autre à 6, deux à 12, quatre à 24, et huit à 48; et pareillement pour le générateur 61.

racines primitives). Les dix résidus différents sont ± 1, ± 3, ± 9, ± 20, ± 27, et les quatre générateurs sont $+3$, -9, -20, $+27$. Les huit racines secondaires ± 8, ± 23, ± 24, ± 28, ... qui appartiennent à l'exposant $2e = 20$, s'adjoignent aux racines primitives pour compléter le nombre requis (vingt-quatre) des racines génératrices; mais aucune n'appartient à l'exposant $3e = 30$. Soit encore l'exemple ci-dessus : $p = 3301$, $n = 330$, $e = 10$. Le nombre des générateurs est $\varphi(e) = 4$, et les valeurs de ke qui doivent seules intervenir, sont : 100, 300, 1100 et 3300 (cette dernière correspond aux racines primitives).

» L'égalité $n.\varphi(e)$ ou $330.4 = \varphi(100) + \varphi(300) + \varphi(1100) + \varphi(3300)$ doit avoir lieu. On a, en effet,

$$1320 = 40 + 80 + 400 + 800.$$

Mais elle ne se vérifie plus, si l'on introduit parmi les nombres ke un ou plusieurs de ceux qui ont été prohibés, savoir 60, 220, 330, 150 ou 550. De plus amples détails seraient superflus.

» Le théorème (II) est donc démontré, avec toutes ses conséquences. »

ASTRONOMIE. — *Sur la planète Mars.* Note de M. **Perrotin**, communiquée par M. Janssen.

« M. Janssen nous ayant autorisé, dès le commencement de décembre 1896, à faire usage du grand équatorial de Meudon, nous avons mis à profit les rares soirées favorables de cet hiver pour diriger vers la planète Mars la puissante lunette de ce bel instrument [1]. Le but de cette Note est de résumer, en quelques lignes, les observations que nous avons faites dans le courant de ces deux derniers mois, en décembre surtout. Nous y avons joint quatre croquis ou dessins qui fixent, dans la mesure du possible, plusieurs particularités intéressantes de la surface.

» La Note se termine par l'exposé succinct des résultats nouveaux, ou précédemment obtenus dans le cours de ces dix dernières années, et dont quelques-uns trouvent une vérification précieuse dans l'étude de l'opposition actuelle.

» *Observations.* — 7 décembre 1896 (de $8^h 30^m$ à minuit) :

» Ce qui frappe, au premier abord, c'est l'aspect du continent *Lybia* [2]. Contrairement à ce qui a lieu le plus souvent, la couleur de cette portion du disque est très

(1) L'objectif mesure $0^m,83$ de diamètre.

(2) Les dénominations se rapportent à la Carte de Schiaparelli de 1883-1884.

claire; nous l'avons rarement vue ainsi. On aperçoit le canal *Aethiops*; *Thoth* se voit aussi, mais on ne peut savoir s'il est simple ou double. Les canaux *Hœphestus, Eunostos, Cerberus* sont des taches mal définies. Le continent *Hesperia* est très net.

» La mer *Syrtis minor* est très noire; la longue mer *Boreosyrtis* pourrait bien être interrompue en deux points de son parcours, tandis que la Carte de Schiaparelli n'en indique qu'un.

» 9 décembre :

» On observe Mars de 9^h à minuit; mais les images sont souvent agitées. Dans les instants de calme, on voit nettement le continent *Elysium* avec son contour pentagonal bien caractérisé. Sa couleur blanc rosé tranche sur la couleur rougeâtre des continents voisins. Ce continent semble se détacher en relief sur le fond du disque. Lorsque les images sont bonnes on dirait que cette partie de la planète est comme boursouflée et soulevée au-dessus de la surface.

» 10 décembre (de 10^h à 13^h) :

» *Elysium* possède un maximum d'éclat dans le voisinage de *Trivium charontis*, point de concours des canaux *Styx* et *Cerberus*. L'éclat est particulièrement vif vers le Styx et diminue graduellement dans la portion opposée.

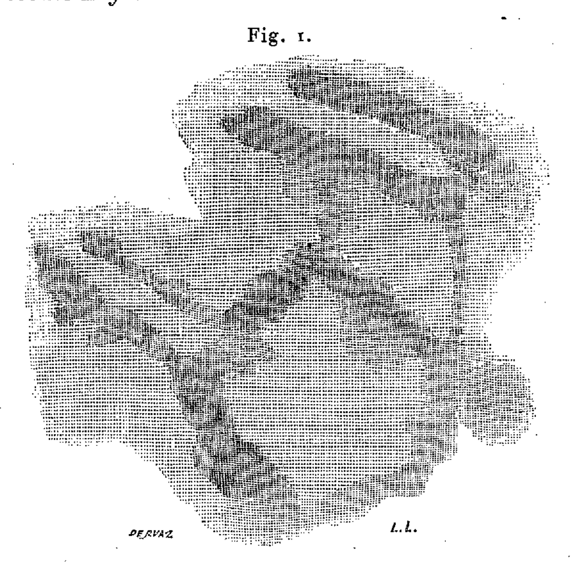
» 12 décembre :

» On observe Mars de 13^h à 16^h. Les images sont assez bonnes. On voit bien le canal circulaire *Nepenthes* qui borne la *Lybie* vers le nord. Par moments, la grande Syrthe paraît presque complètement séparée de la mer Adriatique et bien plus que ne l'indique la Carte. La *Lybie* est toujours claire, surtout du côté de la mer de la petite Syrte.

» 15 décembre (de 10^h à 14^h) :

» La *fig.* 1 représente *Elysium* à 1^h du matin.

Fig. 1.



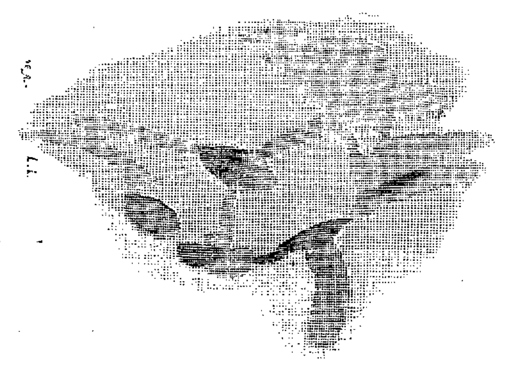
» Le carnet d'observation reproduit les remarques déjà faites hier.

» Ce continent donne toujours l'impression d'un vaste plateau s'étendant au-dessus de la surface du disque et légèrement incliné vers le sud-ouest.

» *Orcus* est double comme le montre la *fig.* 1 (à gauche).

» *Cyclops* se voit très bien au-dessus, à gauche; *Aethiops*, qui est parallèle à ce dernier, est plus faible. Ce sont deux lignes droites. Vers 2^h, on soupçonne *Hœphestus* à droite.

Fig. 2.



» 25 décembre (de $10^h 30^m$ à 13^h) :

» Vers $10^h 30^m$, on reconnaît et l'on dessine le lac Soleil et les régions voisines. La

Fig. 3.

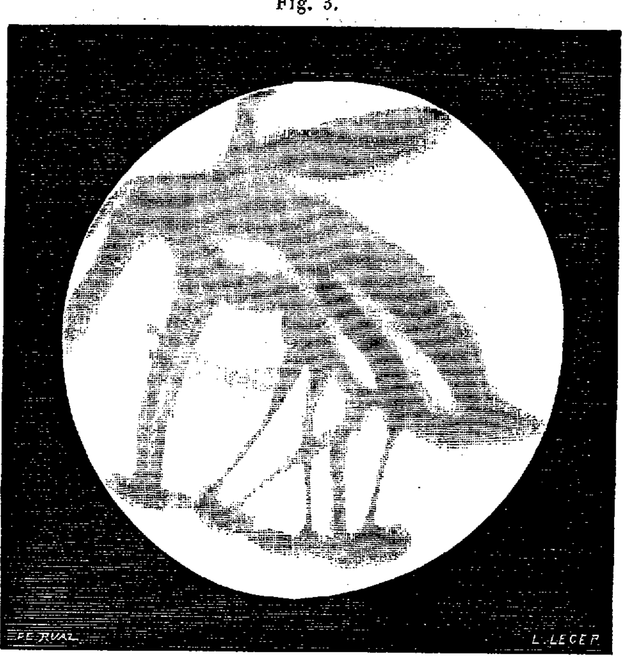


fig. 2 montre ce lac relié par trois canaux rectilignes bien caractérisés avec les mers ou les lacs qui l'entourent.

» 3 janvier 1897 (de 9^h à $11^h 30^m$) :

» La *fig.* 3 représente la surface de la planète pendant la soirée du 3; elle a été complétée le 4 et le 5. On y voit une série de canaux qu'il est facile d'identifier avec

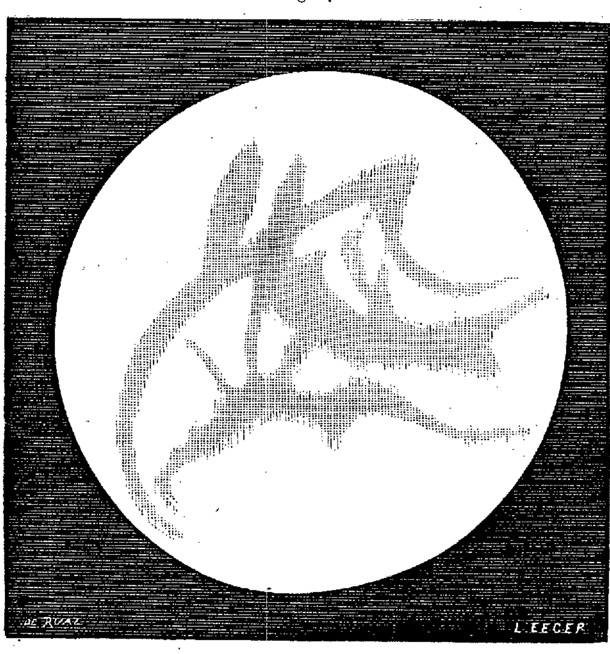
ceux de Schiaparelli. Ce sont (en allant de droite à gauche) : *Hydaspes, Indus, Oxus, Gehon, Euphrates, Orontes.*

» Le continent de couleur blanche, de forme arrondie, que l'on aperçoit en haut et à gauche est le *Hellas;* à sa droite, on note une mer qui n'est pas marquée sur la carte.

» 4 janvier (de 10^h à $12^h 30^m$) :

» La teinte de la surface de la planète est nettement rougeâtre dans la vaste zone comprise entre l'équateur et la mer boréale. A gauche de cette dernière et au-dessous, il existe une région blanche bien accusée. Ce sont peut-être des neiges.

Fig. 4.



» La couleur de l'*Elysium*, qui nous a tant frappés récemment, est intermédiaire entre ces deux teintes, mais plutôt blanche.

» On constate que les canaux *Orontes* et *Euphrates* sont doubles et se coupent à angle droit. Le premier se prolonge jusqu'à la grande Syrte à laquelle il se trouve relié par une portion de mer qui rappelle assez exactement l'embouchure d'un grand fleuve.

» J'ajoute que c'est souvent de cette manière que les canaux se rattachent aux mers, à celles de l'hémisphère austral, plus particulièrement.

» 10 janvier :

» La *fig.* 4 montre une portion de la surface du disque de la planète, dessinée entre $9^h 30^m$ et $10^h 30^m$. Ce qui frappe le plus, ce sont les deux mers de gauche qui se croisent et conservent après leur rencontre les teintes individuelles qu'elles avaient auparavant.

» A l'occasion de cette étude, qui nous a permis de constater sur Mars

quelques particularités nouvelles et de vérifier dans des conditions différentes plusieurs des résultats obtenus soit à Nice, soit, plus récemment, sur le mont Mounier, pendant les six dernières oppositions, il n'est pas inutile de préciser, en quelques mots, les faits d'observation qui nous semblent maintenant hors de doute :

» 1° Considéré au point de vue de l'aspect et de la couleur des régions qu'on y observe, le globe de Mars nous semble devoir se diviser en quatre zones distinctes.

» Ces zones, d'inégale hauteur et qui empiètent les unes sur les autres quand elles sont contiguës, font le tour de la planète en restant sensiblement parallèles à l'équateur.

» Deux d'entre elles comprennent les régions équatoriales. La première, de beaucoup la plus large (de 60° à 80° en moyenne), s'étend surtout dans l'hémisphère boréal : c'est plus spécialement la zone des singuliers canaux, dont on doit la découverte à Schiaparelli, et sur lesquels nous avons nous-même, par nos publications et dès 1886, appelé l'attention du monde savant.

» C'est aussi la portion de la surface dont la teinte, uniformément rougeâtre, tranche d'une manière saisissante sur la couleur des autres parties et donne surtout à la planète la couleur caractéristique qu'on lui connaît.

» La deuxième zone ne dépasse pas 40° à 45° dans sa plus grande largeur; elle est située en presque totalité dans l'hémisphère austral et comprend la majeure partie des mers. La teinte y va du gris clair au gris très sombre, presque noir. Les continents de cette partie du disque ([1]), non traversés par des canaux, sont d'ordinaire moins colorés, moins rougeâtres, plus clairs et plus blancs que les continents de même latitude, situés dans la région des canaux. Certains, l'*Hespérie* et le *Hellas* par exemple, sont d'un blanc très accusé.

» Les troisième et quatrième zones, qui s'étendent respectivement au delà du 60e degré de latitude boréale et du 50e ou même du 60e degré de latitude australe, présentent des continents de couleur blanche, ou grisâtre à proximité des mers. Elles aboutissent, l'une et l'autre, aux régions neigeuses ou glacées des pôles.

» 2° Pour une même distance au centre du disque, les détails de la

---

([1]) On ne peut considérer comme tels les espaces, de couleur grisâtre, resserrés entre des mers à teinte claire et contours incertains, et qui sont dans un état intermédiaire entre celui des mers et celui des continents.

surface n'apparaissent pas avec *la même facilité* dans les quatre zones.

» Le plus souvent les canaux ne se voient avec netteté que vers le milieu du disque, et la visibilité va plus loin dans le sens du méridien que dans celui des parallèles. Les détails des mers continuent à bien se distinguer à une assez grande distance du centre, et, pour les deux autres zones, la visibilité est encore relativement facile très près du bord, comme l'on peut en juger par nos dessins de 1888 (¹). Elle est *notamment* plus grande dans le voisinage des pôles (²).

» 3° En dehors des changements réguliers qui suivent le cours des saisons et qui affectent surtout les glaces polaires, la configuration de la surface de Mars reste invariable dans ses grandes lignes, et les modifications de détail, passagères suivant nous, le plus sûrement constatées, se produisent dans la zone des canaux ou dans celle des mers.

» Dans le cours de notre longue étude sur cette planète, deux régions ont été plus spécialement le siège de semblables changements, ce sont : la *Lybie*, le *lac Soleil* et les environs. Les modifications quelquefois survenues dans les canaux n'ont pas eu, pour nous, le caractère de régularité admis pas d'autres observateurs.

» 4° A ces faits, d'ordre général, nous en ajouterons deux autres particuliers qui ressortent de notre étude de cette année. Le premier concerne l'*Élysium*. Ce continent, situé dans la zone des canaux, nous a toujours paru plus blanc que les parties environnantes et nous a constamment produit l'effet de se détacher en relief sur la surface du disque. Ceci n'est sans doute qu'une impression, mais elle a été si persistante et si souvent renouvelée que nous sommes porté à croire qu'elle répond à quelque chose de réel. C'est un phénomène de contraste, pourrait-on dire; nous ne le pensons pas.

» Le deuxième fait est relatif à deux mers figurées dans le dessin n° 4 et qui se croisent sans se modifier, pour cela, dans leurs teintes réciproques (³).

(¹) *Comptes rendus*, t. CVII.

(²) Cela est vrai également pour Vénus ainsi que le prouvent nos dessins et nos observations sur cette planète, avec cette différence que, dans ce cas, les conditions physiques des régions polaires s'étendent à toute la zone qui avoisine le terminateur, puisque, comme Schiaparelli l'a découvert et comme nous l'avons montré nous-même, Vénus tourne constamment la même face vers le Soleil.

(³) Voir nos dessins de 1888, *Comptes rendus*, t. CVIII, et la Carte de Schiaparelli de 1882.

» Avec les protubérances lumineuses du terminateur, les points brillants du disque signalés par nous en 1892 ([1]), ces apparences constituent le côté énigmatique de Mars.

» Néanmoins, et malgré l'ignorance où nous sommes des causes qui produisent certains de ces phénomènes, nous espérons que le résumé précédent fournit un ensemble de renseignements, dont plusieurs nouveaux, qui sont de nature à étendre nos connaissances sur la configuration de la planète et sur le rôle joué par son atmosphère dans les observations. »

Remarques sur la Note précédente; par M. J. Janssen.

« Le grand intérêt de la Note précédente réside surtout dans ce fait que les résultats qu'elle contient résultent d'observations comparées, faites à Nice, au mont Mounier et à Meudon.

» Nous pensons, en effet, que lorsqu'il s'agit de phénomènes très délicats et d'une visibilité très difficile, il est indispensable de contrôler les résultats des observations en répétant celles-ci dans des conditions très différentes, tant au point de vue du Ciel que des instruments. C'est par là seulement qu'on peut atteindre au plus haut degré de certitude que comportent les observations.

» Sous ce rapport, la fondation du magnifique observatoire de Nice et celle du mont Mounier, muni d'instruments si puissants, et placés tous deux dans une région très favorable aux observations, constitue un service de premier ordre rendu à la Science par la libéralité éclairée de notre Confrère, M. Bischoffsheim. En effet, indépendamment de toutes les observations ordinaires qu'ils permettent, ces observatoires offrent, dans certains cas spéciaux, très importants pour l'Astronomie, des éléments de comparaison et de contrôle avec nos observatoires du nord de la France, contrôle que rien ne saurait remplacer. C'est ce qui arrive dans la circonstance présente.

» Nous possédons, en effet, à Meudon, un équatorial double, astronomique et photographique, le plus puissant des instruments de ce genre en Europe. Il était donc possible de comparer les observations si délicates faites sur Mars, à Nice et au mont Mounier, avec celles qu'on instituerait à Meudon.

([1]) *Comptes rendus*, t. CXV.

» Aussi, en présence de l'opposition favorable de Mars en décembre dernier, et bien que j'eusse commencé sur Jupiter une importante série d'observations, je n'hésitai pas à mettre notre grand instrument entre les mains de M. Perrotin qui venait d'entrer à l'Observatoire.

» On voit, par la Note ci-dessus, que cet habile observateur a pu, non seulement confirmer ses observations de Nice et du mont Mounier, ce qui donne un grand poids à celles-ci, mais encore constater des faits nouveaux très délicats. Il y a là, commme on voit, des résultats très importants pour la Science et aussi en faveur de la puissance et des qualités optiques de notre grand instrument, ainsi qu'à l'égard du ciel de Meudon.

» Notre grand équatorial a demandé pour sa construction, et surtout pour les dispositions à prendre, afin d'en faciliter l'usage dans les diverses positions des observations, de longues études de la part du Constructeur et du Directeur. Je suis heureux de constater que le succès a répondu à nos efforts.

» La distinction des zones, établie par M. Perrotin, est importante, et le fait que la couleur si connue de la planète proviendrait uniquement de la zone des canaux, est très remarquable et conduira sans doute à d'importantes conséquences. Enfin, la constatation de la plus grande visibilité des détails de la surface, quand on s'approche des régions polaires, est encore d'un très haut intérêt.

» Qu'il me soit permis de faire remarquer que ces résultats, qui tendent à montrer que l'atmosphère de Mars contiendrait des corps pouvant se condenser et augmenter ainsi la transparence atmosphérique vers les régions polaires, paraissent en accord avec nos observations sur la présence de la vapeur d'eau dans l'atmosphère de cette planète. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. V. **Ducla** adresse la description de divers baromètres à air, permettant de mesurer la pression atmosphérique avec une approximation plus grande que les baromètres à mercure.

(Renvoi à la Section de Physique.)

M. **Dheutte** adresse la description d'un aérostat dirigeable.

(Renvoi à la Commission des aérostats.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Directeur de l'École française d'Athènes** invite l'Académie à se faire représenter aux fêtes qui doivent avoir lieu au mois d'avril prochain, pour le Jubilé cinquantenaire de cette École.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les opérations en général.* Note de M. C. Bourlet, présentée par M. Appell.

« 1. Je nomme *transmutation à n variables*, toute opération qui transforme une fonction u de n variables en une autre fonction des mêmes variables. Je désigne la nouvelle fonction par ϖu et je la nomme *la transmuée*.

» Je me suis proposé de résoudre le problème général suivant :

» *Déterminer toutes les transmutations telles qu'il existe une relation, donnée à l'avance, entre les transmuées des trois fonctions u, v et $\pi(u, v)$, quelles que soient les fonctions u et v; $\pi(x, y)$ étant une fonction donnée des variables x et y, symétrique et telle, en outre, que la fonction $\pi[x, \pi(y, z)]$ soit aussi symétrique* (¹).

» Voici la solution à laquelle je suis parvenu :

» *On peut déterminer deux fonctions* $A(z)$ et $B(z)$ *telles que la transmutation soit définie par l'égalité*

$$\varpi u = B[\mathrm{S} A(u)],$$

où S *désigne le symbole opératif d'une transmutation telle que l'on ait, quelles que soient les fonctions u et v,*

$$(1)\qquad \mathrm{S}(u+v) = \mathrm{S}u + \mathrm{S}v.$$

Le problème que je me suis posé est ainsi ramené à celui-ci : *Déterminer toutes les transmutations qui transforment une somme en somme.* Ce sont les

---

(¹) J'ai donné aux fonctions symétriques telles que $\pi(x, y)$ le nom de fonctions *indéfiniment symétriques*, car, pour de telles fonctions, les suivantes

$$\pi\{x, \pi[y, \pi(z, t)]\}, \qquad \pi\{x, \pi\{y, \pi[z, \pi(t, u)]\}\}, \qquad \ldots,$$

sont aussi symétriques par rapport aux variables qu'elles contiennent.

transmutations que je nomme *additives* et elles sont déterminées par la proposition suivante :

» $\mathcal{S}$ *désignant le symbole opératif d'une transmutation additive, uniforme et continue, à n variables, on a, quelle que soit la fonction régulière u,*

$$\mathcal{S}u = a_{0,0,\ldots,0}u + \sum a_{k_1,k_2,\ldots,k_n}\frac{\partial^{k_1+k_2+\ldots+k_n}u}{\partial x_1^{k_1}\,\partial x_2^{k_2}\ldots\partial x_n^{k_n}};$$

les coefficients $a_{k_1,k_2,\ldots,k_n}$, *de la série du second membre, étant des fonctions données des variables* $x_1, x_2, \ldots, x_n$.

» En appliquant cette proposition aux opérations connues, on arrive à des formules très intéressantes. Pour ne citer qu'un exemple, je donnerai la suivante :

$$D_x^\alpha u = \frac{1}{\Gamma(1-\alpha)}x^{-\alpha}u + \sum_{m=1}^{\infty}\frac{(\alpha-m+1)(\alpha-m+2)\ldots(\alpha-1)\alpha}{\Gamma(m+1-\alpha)}\frac{x^{m-\alpha}}{m!}\frac{d^m u}{dx^m},$$

qui donne la dérivée $D_x^\alpha u$, d'une fonction u de la variable x, d'indice α *fractionnaire ou négatif*.

» 2. Toute transmutation additive, uniforme, à *une seule* variable x, étant définie par une relation de la forme

$$\mathfrak{T}u = a_0 u + a_1\frac{du}{dx} + a_2\frac{d^2u}{dx^2} + \ldots + a_m\frac{d^m u}{dx^m} + \ldots,$$

on peut l'écrire, symboliquement,

$$\mathfrak{T}u = f\left(x, \frac{d}{dx}\right)u,$$

en posant

$$f(x,z) = a_0 + a_1 z + a_2 z^2 + \ldots + a_m z^m + \ldots.$$

» La fonction $f(x,z)$ caractérise l'opération $\mathfrak{T}$; je l'appelle *la fonction opérative* de la transmutation.

» *Lorsque la série* $f\left(x, \frac{d}{dx}\right)u$ *est convergente, pour toute fonction u régulière dans un certain domaine autour du point x, la fonction opérative* $f(x,z)$ *est, pour cette valeur de x, une fonction entière du genre* 1 *ou* 0.

» Ce symbole opératif jouit évidemment de propriétés analogues à celles des symboles opératifs finis qui proviennent des premiers membres d'équations différentielles linéaires. Je signale, entre autres, la formule suivante

$$[f\varphi] = \varphi f + \frac{\partial\varphi}{\partial x}\frac{\partial f}{\partial z} + \frac{\partial^2\varphi}{\partial x^2}\frac{\partial^2 f}{\partial z^2} + \ldots + \frac{\partial^n\varphi}{\partial x^n}\frac{\partial^n f}{\partial z^n} + \ldots,$$

où $[f\varphi]$ désigne le *produit symbolique* des deux transmutations f et φ, en commençant par φ.

» Les propriétés générales de cette fonction opérative peuvent être utiles, même dans la théorie des équations différentielles linéaires. Entre autres applications, je signalerai la proposition suivante :

» *Lorsque dans une équation différentielle linéaire*

$$a_m \frac{d^m y}{dx^m} + a_{m-1} \frac{d^{m-1} y}{dx^{m-1}} + \ldots + a_0 y = \varphi(x),$$

le polynome opératif $a_m z^m + a_{m-1} z^{m-1} + \ldots + a_0$ *est un polynome entier en* $z - kx$, *à coefficients constants* (k *étant une constante*), *cette équation se ramène à une équation à coefficients constants par le changement de fonction*

$$y = e^{k\frac{x^2}{2}} u \text{ (}^1\text{)}.$$

» 3. Soit $f(x, z)$ la fonction opérative d'une transmutation additive, uniforme, à une variable x, trouver la transmutation *inverse* revient, étant donnée une fonction arbitraire $\varphi(x)$, à trouver une fonction u telle que l'on ait

$$(2) \qquad f\left(x, \frac{d}{dx}\right) u = \varphi(x).$$

Le premier membre de cette égalité est linéaire par rapport à u et à ses dérivées et, comme il contient, dans le cas général, des dérivées de tous ordres, on a là ce qu'on peut appeler une équation différentielle linéaire *d'ordre infini*. On peut classer ces équations en trois catégories, suivant que l'intégrale générale ne contient *aucune* constante arbitraire, un nombre *fini* ou un nombre *infini* de constantes arbitraires. Dans le cas des coefficients constants, le classement résulte de la proposition suivante :

» *Le nombre des constantes arbitraires que contient l'intégrale générale de l'équation linéaire à coefficients constants* $f\left(\frac{d}{dx}\right) u = \varphi$ *est égal au nombre des racines de l'équation* $f(z) = 0$.

» J'ai pu étendre, *partiellement*, cette proposition aux équations linéaires d'ordre infini à coefficients quelconques : *Étant donnée l'équation différen-*

---

(1) Cette équation rentre dans le type général des équations décomposables en facteurs primaires commutatifs, signalé par M. Floquet. Ce qui fait l'intérêt spécial de celle-ci, c'est qu'on reconnaît *à première vue* qu'elle est intégrable par un procédé élémentaire, ce qui n'a pas lieu dans le cas général.

tielle linéaire, d'ordre infini,

$$f\left(x, \frac{d}{dx}\right) u = \varphi(x): \tag{2}$$

» 1° *Si la fonction opérative $f(x, z)$ ne s'annule, quel que soit x, pour aucune valeur de z, son intégrale générale est de la forme $u = a\varphi[h(x)]$, a* et *$h(x)$ étant deux fonctions déterminées de x;*

» 2° *Si la fonction opérative $f(x, z)$ a, quel que soit x, un nombre fini de zéros, si l'on désigne par* $P(x, z)$ *un polynome entier en z admettant les mêmes zéros, l'équation différentielle* (2) *admet les mêmes intégrales que l'équation*

$$P\left[h(x), \frac{d}{dx}\right] u = \varphi[h(x)],$$

$h(x)$ étant une fonction bien déterminée de x. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une série de groupes primitifs holoédriquement isomorphes à des groupes plusieurs fois transitifs.* Note de M. **Ed. Maillet**, présentée par M. Jordan.

« Soit C un groupe de substitutions de degré n, k fois transitif; C opère (¹) entre les C_n^α combinaisons des n lettres α à $\alpha\left(1 < \alpha < \frac{n}{2}\right)$ un groupe Γ_α de substitutions; ce groupe est transitif si $k \geqq \alpha$.

» Nous avons obtenu au sujet de ces groupes Γ_α les résultats suivants :

» I. — Γ_α est primitif : 1° quand $k > \alpha + 1$; 2° quand $k = \alpha + 1$ et que l'on a à la fois $n - \alpha$ premier à $(\alpha - 1)!$ et $\not\equiv 0 \pmod{\alpha}$.

» On peut faire application de ce théorème ou des raisonnements qui y conduisent :

» 1° Au cas où C est symétrique ou alterné; on retrouve les isomorphes holoédriques et primitifs de C appartenant à la deuxième catégorie (²);

» 2° Au cas où C est un des groupes cinq fois transitifs de Mathieu, de degré 12 ou 24;

» 3° Au cas où C est un groupe linéaire fractionnaire.

» Soit C un groupe linéaire fractionnaire d'ordre Θ trois fois transitif

---

(¹) Voir *Bull. Soc. math.*, 1896, notre *Note sur les groupes de substitutions.*
(²) *Journ. de Math.*, p. 16; 1895.

dérivé des substitutions

$$V = \left| z, \frac{az+\alpha}{bz+\beta} \right| \pmod p,$$

où p est premier, et où a, α, b, β, z sont des entiers complexes formés avec une racine ξ d'une congruence irréductible de degré I, c'est-à-dire de la forme

$$d_1 \xi^{m-1} + d_2 \xi^{m-2} + \ldots + d_m \pmod p,$$

où $d_1, d_2, \ldots, d_m$ sont entiers (mod p). Le groupe Γ_2 des substitutions opérées par C entre les combinaisons deux à deux de ses $p^m + 1$ lettres est un groupe primitif d'ordre Θ, de degré $\frac{p^m+1}{2} p^m$ (quand $p^m > 5$) et de classe $\frac{(p^m-1)(p^m+1)}{2}$ si p impair, et 2^{2m-1} si $p = 2$.

» De même, au sous-groupe C′ des substitutions paires de C (p impair) correspond dans Γ_2 un sous-groupe Γ'_2 d'ordre moitié moindre, de même degré et de même classe et primitif si $p^m > 11$.

» 4° Aux groupes C_1, dérivé des groupes linéaires fractionnaires C ci-dessus et des puissances de

$$W = | z, z^{p^\sigma} | \pmod p,$$

où σ est un diviseur arbitrairement choisi de m ($m > \sigma \geqq 1$).

» Le groupe Γ_2, correspondant à C_1, est primitif quand $p^m > 5$, de degré $\frac{p^m+1}{2} p^m$ et de classe $\frac{(p^m-1)(p^m+1)}{2}$ si p et $\frac{m}{\sigma}$ impairs, 2^{2m-1} si $p = 2$ et $\frac{m}{\sigma}$ impair, $\frac{(p^m-1)p^m}{2}$ si $\frac{m}{\sigma}$ pair.

» De même, au sous-groupe C'_1 des substitutions paires de C_1 (p impair) correspond dans Γ_2 un sous-groupe Γ'_2 d'ordre moitié moindre, primitif si $p^m > 11$, de degré $\frac{(p^m+1)p^m}{2}$, de classe $\frac{(p^m-1)(p^m+1)}{2}$, sauf quand $\frac{m}{\sigma} \equiv 0$ (mod 4), ou $\frac{m}{\sigma}$ pair avec $p = 4l + 1$, cas où la classe est $\frac{(p^m-1)p^m}{2}$.

» II. La classe d'une substitution de Γ_α correspondant à une substitution d'ordre premier r à q cycles de C est $C_n^\alpha - \nu_{r,q}$, où

$$\nu_{r,q} = \sum k\, C_q^k\, C_{n-qr}^{\alpha-kr},$$

k prenant toutes les valeurs entières satisfaisant à

$$0 \leqq k \leqq q, \qquad k \leqq E\left(\frac{\alpha}{r}\right), \qquad n - qr \geqq \alpha - kr.$$

» III. Si C est de classe $\geqq u$, la classe ω de Γ_α est telle que

$$\omega \geqq C_n^\alpha - C_{n-2w}^\alpha - C_w^1 C_{n-2w}^{\alpha-2} - C_w^2 C_{n-2w}^{\alpha-4} - \ldots - C_w^{k_1} C_{n-2w}^{\alpha-2k_1},$$

où w est le plus petit des entiers au moins égaux à un des deux nombres $\frac{u}{3}$ et $E\left(\frac{n}{4}\right)$, et k_1 le plus petit des deux nombres w et $E\left(\frac{\alpha}{2}\right)$.

» Quand $\alpha = 2$, on a la limite plus approchée

$$\omega \geqq \frac{4\theta(n-\theta-1)}{2}, \qquad \text{où} \qquad \theta = E\left(\frac{u}{2}\right).$$

» IV. 1° Si $u > 2$ et $\alpha \geqq \frac{2n}{9}$, on a $\omega \geqq \frac{1}{2} C_n^\alpha$.

» 2° Si $\frac{2}{9} n \geqq \alpha \geqq 3$, on a : pour $u \geqq \frac{n}{4}$ et $n \geqq 22$, $\omega \geqq \frac{1}{2} C_n^\alpha$, si $\alpha \geqq 7$, et $\omega \geqq \frac{1}{4} C_n^\alpha$, si $\alpha \geqq 3$; pour $u \geqq \frac{n}{3}$, si $n \geqq 23$ avec $\alpha \geqq 4$, ou si $n \geqq 53$, avec $\alpha = 3$, $\omega \geqq \frac{1}{2} C_n^\alpha$.

» Que u soit $\geqq \frac{n}{4}$ ou $\geqq \frac{n}{3}$, on a ici $\frac{\omega}{C_n^\alpha} \geqq 1 - e^{-a\alpha}$, où a est une constante positive.

» 3° Si $\alpha = 2$, on a : pour $u \geqq \frac{n}{4}$ et $n \geqq 18$, $\omega \geqq \frac{1}{4} C_n^\alpha$; pour $u \geqq \frac{n}{3}$ et $n \geqq 51$, ou $u \geqq \frac{n}{2}$ et $n \geqq 3$, $\omega \geqq \frac{1}{2} C_n^\alpha$.

» V. Soit $u \geqq \frac{n}{l}$:

» 1° Si $u \geqq \frac{n}{2}$, $l = 2$, on a $\omega \geqq \frac{2}{3} C_n^\alpha$;

» 2° Si $u \geqq \frac{n}{3}$, $l = 3$, on a $\omega \geqq \frac{1}{2} C_n^\alpha$;

» 3° Si $u \geqq \frac{n}{4}$, $l = 4$, on a $\omega \geqq \frac{2}{5} C_n^2$ pour $\alpha = 2$, et $\omega \geqq \frac{1}{2} C_n^\alpha$ pour $\alpha \geqq 3$;

» 4° Si $\alpha < u$, $\frac{\omega}{C_n^\alpha} \geqq \frac{\alpha}{\alpha + l - 1} > \frac{1}{l}$, d'où $\frac{\omega}{C_n^\alpha} > \frac{u}{n}$. »

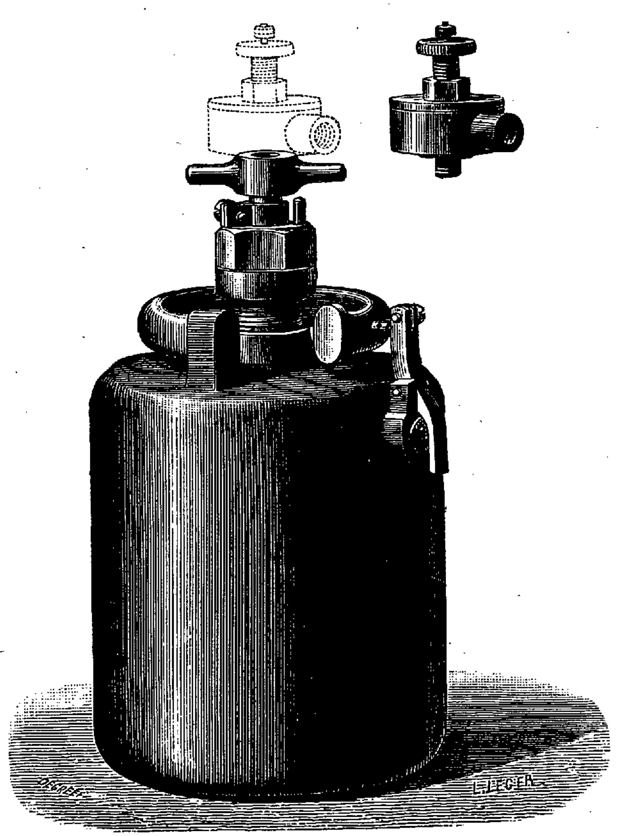
PHYSIQUE. — *Sur un récipient de sûreté, destiné à contenir les gaz liquéfiés.* Note de M. J. **Fournier**, présentée par M. G. Lippmann.

« On sait qu'un récipient contenant un gaz liquéfié est exposé à éclater par suite d'une augmentation de pression, provenant de diverses causes. La plus générale, et aussi la plus grave, est l'énorme dilatation que subit le liquide par l'élévation de la température.

» Le récipient de sûreté, que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie, a été combiné et construit de manière à prévenir tout danger d'explosion.

» Les organes distinctifs du nouveau récipient sont : 1° le robinet pointeau ; 2° le dispositif de sûreté.

» *Robinet pointeau.* — Le col du réservoir est percé d'une ouverture axiale formée de deux parties cylindriques, dont l'inférieure forme saillie à l'intérieur de la première. Dans cette ouverture s'engage, à frottement, une douille de même forme, dont la partie supérieure, terminée par un évasement conique, aboutit à quelques millimètres au-dessous de l'orifice du col. La partie inférieure de cette douille est percée, à son extrémité, d'une ouverture cylindrique que vient obturer un robinet pointeau, monté, par un filetage à pas très petits, sur la partie médiane de la douille. Ce robinet est percé, suivant son axe, d'un canal débouchant latéralement à la partie inférieure de la douille, dans l'espace annulaire formé par la paroi de celle-ci et le pointeau.



» L'étanchéité absolue de la douille et du robinet est assurée par une rondelle de plomb ou d'étoupe, placée entre les évasements coniques, en regard, de la douille et d'une bague mobile concentrique à la tige du pointeau. Ce joint est serré, par l'in-

termédiaire de cette bague, au moyen d'un écrou se vissant sur la partie extérieure du col du récipient.

» Les pièces du robinet pointeau sont donc simplement pressées les unes contre les autres, tant par la pression du gaz qui coopère à l'obturation que par l'écrou. Dans ces conditions, il n'est guère possible de développer, par leur manœuvre, un dégagement dangereux de chaleur sur celles qui sont en contact immédiat avec le gaz. D'ailleurs, avec ce système de joint, l'effort à faire sur l'écrou, pour obtenir une étanchéité parfaite, est si faible, qu'il suffit de serrer cet écrou à la main sans le secours d'aucune clef.

» En outre, étant donné le filetage du pointeau, il n'y a pas à craindre un dégagement trop brusque du gaz; ce dégagement peut du reste être exactement limité par un arrêt placé sur l'écrou.

» *Dispositif de sûreté.* — Ce dispositif consiste en un tube d'acier recourbé, analogue aux tubes des manomètres métalliques et dont une des extrémités, ouverte et soudée sur le fond supérieur du récipient, le fait communiquer avec l'intérieur de ce dernier.

» L'autre extrémité, fermée et libre, peut ainsi obéir aux variations de pression qui se produisent à l'intérieur du réservoir. Sous l'influence d'une augmentation déterminée de la pression, cette extrémité agit sur une vis fixée à la partie supérieure de l'un des bras d'un levier, mobile autour d'un axe perpendiculaire aux génératrices du réservoir et dont l'autre bras vient faire ouvrir une soupape, entièrement métallique, fixée sur la paroi du récipient.

» Au moyen de la vis que porte le bras supérieur du levier, on peut régler, une fois pour toutes, le jeu de la soupape et, en la faisant ouvrir pour telle pression que l'on voudra, compatible avec la résistance du réservoir et avec la pression du liquide qu'il contient, éviter tout accident dû à la pression. Mais là ne se borne pas le rôle de la soupape, car elle sert en outre à éviter, par une manœuvre très simple, d'autres causes de dangers. Par exemple, il suffit de la tenir ouverte avec le doigt pendant l'opération du remplissage, pour que l'air soit complètement expulsé de l'appareil avant que la pression y atteigne une valeur notable.

» Dans le cas où l'on ne demande à l'appareil qu'un débit inférieur, dans la plupart des cas, à trente litres à l'heure, il fournit un dégagement régulier; mais, pour un débit supérieur, il est nécessaire de le munir d'un régulateur si l'on veut un dégagement constant.

» La figure ci-contre représente ce petit appareil fixé sur l'ouverture supérieure du pointeau avec son orifice de dégagement en avant du plan du papier [1]. »

---

(1) Laboratoire de Recherches physiques, à la Sorbonne.

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Appareil enregistreur de la vitesse dans les mouvements pendulaires.* Note de MM. **Jean** et **Louis Lecarme**, présentée par M. d'Arsonval.

« Dans notre Communication du 6 juillet 1896, nous avons fait connaître un procédé d'inscription directe du mouvement résultant de la combinaison d'un certain nombre de pendules. Nous avons cherché à inscrire la vitesse sur la courbe elle-même à l'aide d'un appareil unique; nous nous sommes arrêtés au dispositif suivant :

» Un fléau équilibré par un contrepoids porte à son extrémité une pointe fixe en acier et un style très fin, auquel un électro-aimant horizontal à deux pôles fortement épanouis donne un mouvement vibratoire plus ou moins rapide et d'assez grande amplitude, grâce à l'interruption automatique du circuit. On obtient les variations de vitesses par le déplacement d'un contrepoids qui modifie le rayon d'inertie du système : on achève le réglage en changeant la durée du contact au moyen d'une vis. Dans les conditions normales, le nombre des vibrations à la seconde peut varier de 50 à 500 : on peut le déterminer par la méthode graphique, ou encore par la hauteur du son rendu.

» Quand l'appareil est en marche, la rapidité des chocs de la pointe sur le verre maintient la vis extrême à une petite distance au-dessus de la plaque : on obtient ainsi un tracé en pointillé : il n'est régulier que si le poids du système sur la pointe, réduit à quelques décigrammes, reste constant. A cet effet, tout l'appareil est suspendu à un balancier en équilibre indifférent autour d'un axe fixé au plateau inférieur du pendule, de façon que le fléau reste horizontal et que la pointe du style soit dans le prolongement de la tige du pendule.

» En mesurant, sur la courbe en pointillé, tracée sur verre ou mieux sur acier poli légèrement enfumés, les distances des points, on obtient une série de nombres proportionnels à la vitesse à chaque instant : ces résultats et la forme de la courbe permettent de faire l'étude plus complète des mouvements pendulaires. »

PHYSIOLOGIE. — *Changements de couleur des lumières brèves, suivant leur durée.* Note de M. **Aug. Charpentier**, présentée par M. d'Arsonval.

« En décrivant, dans ma Note du 8 février dernier, la succession des couleurs irradiées sur la rétine autour de l'image d'une flamme, j'ai dit que

le phénomène se compliquait par les changements de couleur du fond sur lequel se détache l'objet.

» Quelque parfaite, en effet, que soit l'image optique de la flamme, et si obscur qu'on rende le fond, celui-ci présente toujours un peu de lumière diffuse, très variable suivant les yeux, dépendant de leur adaptation optique et augmentant avec l'éclairement. Or, il est facile de s'assurer que, pour de courtes durées d'excitation, la coloration d'une lumière complexe varie, les différentes couleurs arrivant à la perception à des moments différents.

» Toutes choses égales d'ailleurs, les couleurs les moins réfrangibles sont les premières perçues. Cette loi résulte de mes études précédentes, citées dans ma dernière Note.

» Pour de courtes durées, les rayons rouges, nés les premiers, prédomineront donc dans la sensation, et les rayons plus réfrangibles ne se montreront qu'après. (Il ne s'agit, pour le moment, que des lumières complètes, se rapprochant de la composition de la lumière blanche.)

» La flamme éclairante, prise comme exemple dans ma dernière Note, paraîtra donc d'abord rougeâtre et tirera seulement plus tard (je veux dire pour des durées plus grandes) sur le jaune, le vert, etc.

» Ces changements de couleur se montreront surtout au voisinage des plus faibles durées perceptibles. Pour celles-ci je ne puis citer de chiffres, leur valeur variant dans de très larges limites avec l'intensité de la lumière et avec sa grandeur rétinienne. Elles sont généralement d'un ordre inférieur au centième de seconde.

» Il est remarquable que la loi de ces phénomènes soit précisément inverse de celle de Purkinje, relative à l'influence de l'intensité lumineuse sur la coloration. Quand l'intensité diminue, les couleurs les plus réfrangibles prédominent, suivant la loi de Purkinje; au contraire, quand la durée d'excitation diminue, et bien que l'intensité apparente soit affaiblie par cela même, ce sont les couleurs les moins réfrangibles qui prévaudront, d'après la loi actuelle.

» Les deux influences peuvent se contrebalancer dans une certaine mesure; mais il est facile de prévoir qu'au voisinage des plus faibles durées perceptibles le facteur temps restera seul en jeu. La lumière blanche est, en effet, franchement rougeâtre dans ces conditions (excitations isolées, de l'ordre des dix-millièmes de seconde, lumière des nuées affaiblie au besoin par de très petits diaphragmes en trou d'épingle); non pas rouge saturé, à cause de l'action simultanée sur la sensibilité lumineuse brute, qui donne un mélange de blanc ou de gris, mais dépourvue de ces tons pourpres ou

violacés constatés dans d'autres circonstances ([1]), et que j'ai attribués à la perception entoptique du pourpre rétinien.

» Si l'on pouvait présenter à l'œil un champ lumineux uniforme dont les différentes parties excitent la rétine pendant des durées différentes, la variété des couleurs produites donnerait une démonstration frappante de ces phénomènes. Cette expérience, quoique possible, est difficile à réaliser dans de bonnes conditions, mais on peut arriver plus aisément à la même démonstration en se basant sur un autre principe du même ordre.

» On sait depuis Exner qu'une lumière est d'autant plus tôt perçue qu'elle est plus intense. En présentant à l'œil, pendant un temps très court, un champ lumineux d'intensité variable dans ses diverses parties, la durée d'action *efficace* de chaque partie du champ ne sera donc pas la même ; à des intensités faibles correspondront des durées efficaces faibles. On devra donc voir le champ avec des colorations variées comme si chaque partie eût agi pendant des temps différents.

» Cette prévision s'est trouvée réalisée. Si en avant et à peu de distance d'une flamme de bougie ou de lampe on dispose verticalement une large plaque de verre dépoli, cette plaque offrira des zones concentriques d'intensité lumineuse décroissante à partir d'une région centrale plus éclairée correspondant aux points les plus rapprochés de la flamme. Or si l'on déplace rapidement devant l'œil un écran ou un disque rotatif à fente étroite, ces zones concentriques se montrent colorées à la façon de l'arc-en-ciel (avec des nuances moins saturées, pour la raison déjà énoncée). Les tons rouges occuperont la périphérie, puisque là les intensités lumineuses sont moindres, et moindres aussi les intensités efficaces. Les zones annulaires suivantes passeront successivement et insensiblement au jaune, au vert, etc. en se rapprochant du centre, suivant, je le rappelle, l'ordre de réfrangibilité.

» Quant à l'étendue totale du cercle irisé et à la largeur de chacune de ses zones colorées, elles varient évidemment en premier lieu avec la durée du passage de la fente, en second lieu avec l'intensité lumineuse de chaque partie éclairée ; ces deux facteurs, que je ne puis qu'énumérer ici, agissent dans le même sens, ainsi qu'il a été indiqué précédemment ; la grandeur de l'image rétinienne a une influence de même ordre.

([1]) Des excitations brèves de l'ordre des centièmes de seconde avec la lumière du jour paraissent souvent pourpre violet. C'est un autre phénomène, correspondant à des durées bien plus longues que celles dont il est question.

» On s'explique ainsi que, dans notre expérience d'irradiation rappelée au début, la lumière irradiée, d'abord bien limitée pour des durées d'excitation faibles, finit par se confondre avec la lumière du fond ; car celle-ci, au moment où elle devient visible, est d'abord rougeâtre comme le bord de la zone irradiée. Il est pourtant facile de reconnaître qu'il y a là deux phénomènes distincts, et que la lumière irradiée est réellement *émise* par l'objet lumineux : la netteté primitive de ses bords, sa parfaite ressemblance d'aspect avec les traînées obliques se détachant des objets lumineux en mouvement, sa persistance malgré diverses modifications qu'on peut introduire dans le fond, tout montre leur indépendance d'origine.

» (La coloration des différentes parties de la flamme elle-même varie de son côté suivant les mêmes règles.) »

PHYSIQUE. — *Sur l'influence des rayons Röntgen sur la distance explosive de l'étincelle électrique.* Note de M. **Guggenheimer**, présentée par M. Lippmann.

« Au cours de ses recherches sur la propagation de la force électrique, Hertz avait observé le premier (¹) que, si l'on fait jaillir une étincelle entre les deux sphères d'un micromètre, la distance explosive pour la même différence de potentiel est plus grande si le micromètre est sous l'influence d'une source de lumière émettant des radiations ultra-violettes, que s'il se trouvait à l'obscurité.

» Il observait surtout que cet agrandissement de la distance explosive était très considérable si la lumière était fournie par une autre étincelle de décharge, que l'effet diminuait avec la distance, et que cet effet était dû à des radiations d'une longueur d'onde plus petite que les dernières parties du spectre ultra-violet prismatique.

» Je me permets d'émettre l'opinion que c'étaient probablement les « Entladungsstrahlen » de M. Eilhard Wiedemann qui produisaient les effets signalés par M. Hertz. J'ai pensé qu'il pourrait y avoir quelque intérêt, au point de vue de la théorie des rayons Röntgen, à obtenir avec les radiations X les mêmes effets qu'avec les radiations ultra-violettes. Au moment où je commençais ces expériences, je n'avais pas encore connaissance des tra-

(¹) Hertz, *Œuvres*, t. II, p. 69. *Wied. Ann.*, t. XXXI, p. 983.

vaux de M. Swyngedauw ([1]) dont je suis arrivé à confirmer et à préciser quelque peu les résultats.

» J'ai fait éclater des étincelles entre les deux sphères d'un micromètre, de 4^{mm} de diamètre environ; je réglais la petite bobine Ruhmkorff qui les fournissait, de sorte que la distance explosive maxima fût de 2^{mm} environ (sans l'action des rayons X). En faisant jaillir les étincelles à différentes distances devant le tube de Crookes en action, j'ai observé une augmentation de la distance explosive.

» J'ai soigneusement vérifié que c'étaient bien les rayons Röntgen qui en étaient la cause.

» J'ai pu établir que :

» 1° *A distance égale et à différence de potentiel égale, l'augmentation de la distance d'explosion de l'étincelle passive dépend de l'intensité des rayons* X *rencontrant le micromètre;*

» 2° *A différence de potentiel égale (du micromètre) et à intensité égale des rayons* X, *l'augmentation de la distance d'explosion de l'étincelle passive dépend de la distance du micromètre à la paroi émissive du tube;*

» 3° L'interposition d'un écran fluorescent de platinocyanure de baryum, d'une lame de verre ou de quartz, n'ont pas changé sensiblement l'effet des radiations.

» Quant à l'explication de ces phénomènes, je crois que l'on peut admettre qu'ils sont causés par des variations dans la constitution du diélectrique qui forme le milieu ambiant du micromètre. Je cite, à l'appui de cette opinion, que Hertz a prouvé ([2]) que la sensibilité de l'étincelle passive dépend en grande partie de la constante diélectrique du milieu où jaillit l'étincelle ([3]). »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Sur les faux équilibres de l'hydrogène sélénié.* Note de M. **H. Pélabon**, présentée par M. Troost.

« La formation directe et la décomposition de l'acide sélénhydrique sous l'action de la chaleur sont des phénomènes limités. M. Ditte a mon-

([1]) Swyngedauw, *Comptes rendus*, t. CXXII, p. 374.

([2]) Hertz, *Œuvres*, p. 78 et suivantes.

([3]) Travail fait au Laboratoire de recherches physiques de la Sorbonne.

tré ([1]), en particulier, que cette limite est fonction de la température, et qu'au-dessus de 300° elle est la même, quelle que soit la composition initiale du système (hydrogène-sélénium-hydrogène sélénié).

» En étudiant la formation directe de l'hydrogène sélénié, dans le cas où la masse de sélénium employée est très faible ([2]), nous avons pu montrer que la courbe AB, donnant pour chaque température la valeur limite du rapport $\frac{p_2}{p_1+p_2}$ de la pression partielle p_2 de l'hydrogène sélénié à la pression totale p_1+p_2 du mélange gazeux dans le système considéré, coïncide dans les limites des expériences (320° et 720°), avec celle que l'on peut construire en calculant, au moyen de l'équation (1)

$$(1) \qquad \log\frac{p_1}{p_2} = \frac{13170}{T} + 15,53\log T - 119,88,$$

les valeurs du rapport $\frac{p_2}{p_1+p_2}$ pour chaque valeur de T (T est la température absolue, log signifie logarithme népérien).

» Cette dernière courbe CD est appelée par M. Duhem ([3]) *courbe des équilibres véritables*. En étudiant la décomposition de l'hydrogène sélénié aux températures supérieures à 320°, nous avons retrouvé les points de la courbe AB.

» Qu'arrive-t-il aux températures inférieures à 320° ? M. Ditte a bien montré que l'on n'obtient plus la même limite, selon que l'on part de l'hydrogène sélénié ou de l'hydrogène et du sélénium; mais il ajoute : « Au-dessous de 270°, la combinaison et la décomposition sont tellement » lentes l'une et l'autre, et surtout la combinaison, que l'on ne peut pas » regarder comme définitivement fixées les quantités décomposées à ces » températures. »

» Nous nous sommes proposé d'étudier, *avec des temps de chauffe considérables*, simultanément la formation et la décomposition de l'hydrogène sélénié aux températures inférieures à 320°.

» Les résultats de l'étude de la décomposition nous ont permis de construire la courbe ff'A. Elle présente une partie presque rectiligne, puis tourne brusquement sa convexité vers l'axe OT, enfin se rapproche de la courbe des équilibres véritables.

([1]) Ditte, *Annales de l'École normale supérieure*, 2e série, t. I.
([2]) Pélabon, *Comptes rendus*, t. CXXI, p. 401.
([3]) Duhem, *Traité élémentaire de Mécanique chimique*, t. I, p. 226.

» L'ordonnée minima de cette courbe correspond à la température de 270°. Dans les quatre expériences qui ont permis de fixer la valeur de cette ordonnée minima, les temps de chauffe ont été :

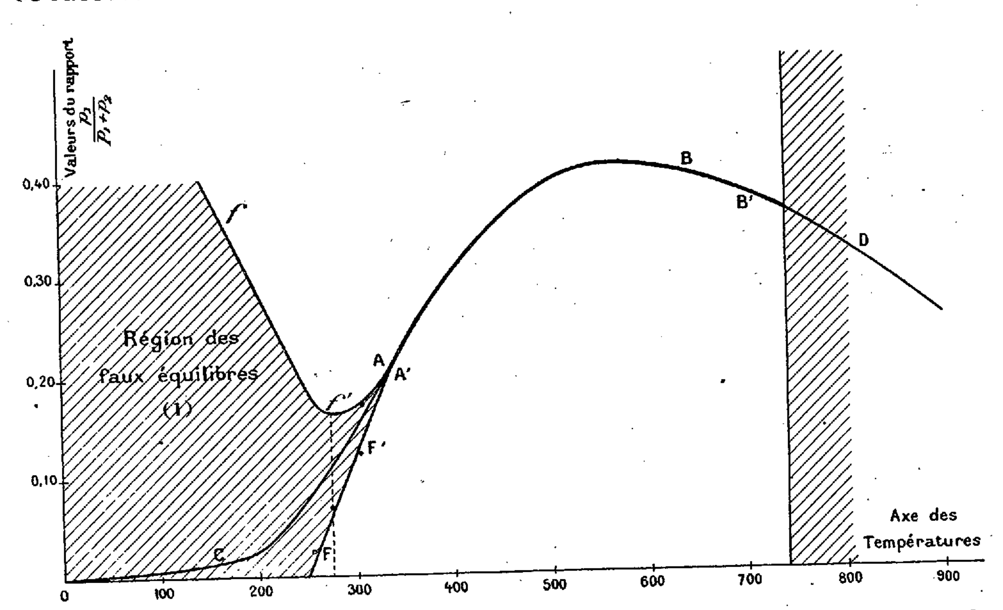
192 heures, 288 heures, 480 heures, 490 heures;

on a trouvé respectivement les nombres

0,171, 0,165, 0,1605, 0,163

pour valeurs du rapport $\frac{p_2}{p_1+p_2}$. On peut prendre 0,161, par exemple.

» Quant aux résultats des expériences relatives à la formation directe de l'acide sélénhydrique, ils permettent de construire la courbe FF', qui se raccorde vers 320° avec la courbe des équilibres véritables.



» La température la plus basse à laquelle nous ayons pu observer la formation directe de l'hydrogène sélénié est la température de 250°. En chauffant un tube pendant un mois à cette température, nous avons obtenu, pour valeur du rapport considéré plus haut, le nombre 0,025.

» La région (1), limitée par les deux courbes ff' et FF', a été appelée par M. Duhem *région des faux équilibres*.

» On voit à l'inspection de la figure :

» 1° *Que les deux courbes qui limitent la région des faux équilibres s'éloignent d'autant plus l'une de l'autre que la température est plus basse;*

» 2° *Qu'elles s'éloignent d'autant plus de la courbe des équilibres véritables que la température est plus basse.*

» L'hypothèse fondamentale que M. Duhem fait à propos de l'étude des faux équilibres chimiques se trouve ainsi en partie justifiée par l'expérience. Cette hypothèse est la suivante : *Soit sous pression constante, soit sous volume constant, les deux lignes qui limitent la région des faux équilibres sont, à basse température, extrêmement éloignées de la ligne des équilibres véritables; lorsque la température s'élève, elles se rapprochent de cette dernière ligne, et tendent asymptotiquement vers elle quand la température croît au delà de toute limite* (1).

» La dernière partie de cette hypothèse est d'accord avec les résultats des expériences suivantes qui montrent bien que jusque vers 320° les deux courbes qui limitent la région des faux équilibres se rapprochent constamment, en laissant toujours entre elles la courbe des équilibres véritables.

Températures.	Temps de chauffe en heures.	Valeurs du rapport $\frac{p_1}{p_1+p_2}$.		
		Combinaison.	Décomposition.	Courbe CD.
300°	212	0,124	0,172	0,15
300	322	0,127	0,170	»
315	196	0,164	0,185	0,174
315	320	0,1625	0,1801	»
325	175	0,187	0,193	0,192
325	213	0,1882	0,192	»

» A partir de 325°, on obtient la même limite, soit par combinaison directe, soit par décomposition (2). »

CHIMIE. — *Action de l'oxyde cuivreux sur les solutions d'azotate d'argent.* Note de M. **Paul Sabatier.**

« Quand on met de l'oxyde cuivreux dans une solution d'azotate d'argent, la liqueur ne tarde pas à se colorer en bleu, tandis que l'oxyde rouge est remplacé par une matière grise assez volumineuse. H. Rose avait, il y a quarante ans, fait cette observation, mais n'avait pas analysé

(1) Duhem, *Traité élémentaire de Mécanique chimique*, t. I, p. 227.

(2) Travail fait à l'Institut de Chimie de Lille, laboratoire de Chimie générale.

ce produit que, par analogie, à la suite de quelques réactions, il estimait être un mélange d'argent métallique et d'un azotate basique cuivrique ([1]).

» Dans le cours des recherches que je poursuis sur les déplacements des bases métalliques dans les solutions salines, j'ai été amené à reprendre l'étude de cette réaction.

» De l'oxyde cuivreux pur (en octaèdres rouges microscopiques) a été placé dans une solution d'azotate d'argent ($AgAzO^3 = 2^{lit}$) : l'action est rapide. Après quelques heures d'agitation, il ne reste plus d'argent dans la liqueur. Celle-ci, qui ne contient que du nitrate cuivrique, est remplacée par une nouvelle solution d'azotate d'argent, qui agit sur l'oxyde cuivreux encore inattaqué. Ce renouvellement de la liqueur surnageante est réitéré plusieurs fois, jusqu'à ce que la solution ne renferme plus de cuivre, et de bleuisse plus sensiblement au contact d'ammoniaque en excès. A ce moment la matière solide est lavée par décantation à l'eau froide, jetée sur un filtre, et séchée à l'air.

» Cette matière se présente sous forme d'une poudre grise, un peu verdâtre, dont la densité apparente est voisine de 1,25. Le microscope y distingue un grand nombre de filaments métalliques très ténus et enchevêtrés, au milieu desquels sont emprisonnés quelques octaèdres d'argent, et des débris cristallins paraissant incolores. Cette production d'argent filiforme peut être observée aisément en disposant, sur le porte-objet du microscope, un peu d'oxyde cuivreux que l'on mouille avec une solution concentrée d'azotate d'argent : des filaments s'élancent vivement dans tous les sens de chaque cristal rouge d'oxyde (*voir* Gladstone, *Chem. News*, t. XXV, p. 193).

» La matière grise est insoluble dans l'eau froide; mais elle cède à l'eau bouillante du nitrate cuivrique, sans nitrite. Elle se dissout aisément dans l'acide nitrique. L'acide sulfurique concentré l'attaque violemment en donnant une coloration bleue intense, qui m'a conduit à isoler l'acide nitrosodisulfonique (*Comptes rendus*, t. CXXII, p. 1417, 1479; 1896). L'acide sulfurique dilué dissout tout le cuivre et une certaine dose d'argent; il reste un résidu d'argent métallique. L'acide acétique se comporte d'une manière analogue, mais la proportion d'argent dissous est minime. Avec l'acide chlorhydrique, on obtient du chlorure cuivreux et du chlorure d'argent violacé.

» Ces réactions conduiraient d'abord à penser que l'argent se trouve, au moins en partie, engagé dans une combinaison. Un examen plus approfondi montre qu'il n'en est rien : conformément à l'assertion de Rose, on a un simple mélange d'argent et d'un nitrate basique cuivrique. J'ai trouvé que la composition du mélange correspond exactement à la formule

$$6Ag + 3CuO, Cu(AzO^3)^2, 3H^2O.$$

La réaction de l'oxyde cuivreux sur la solution d'azotate d'argent est donc

---

([1]) *Ann. de Poggendorf*, t. CI, p. 321.

représentée par la formule

$$6\,AgAzO^3 + 3\,Cu^2O = 6\,Ag + 2\,Cu(AzO^3)^2 + 3\,CuO, Cu(AzO^3), 3\,H^2O.$$

» Les $\frac{2}{3}$ de l'acide azotique demeurent dans la liqueur; $\frac{1}{3}$ se trouve dans le sel basique. L'analyse de la dissolution obtenue confirme cette déduction :

	Calculé.	Trouvé.
CuO dissous par litre......................	13gr,3	13gr,0

La présence d'argent métallique très divisé, en mélange intime avec le nitrate basique de cuivre, rend bien compte des réactions de la matière grise.

» Dans l'acide sulfurique concentré, la réduction exercée par l'argent sur les acides sulfurique et nitrique, en présence d'oxyde cuivrique, donne naissance au nitrosodisulfonate bleu foncé (1).

» L'acide sulfurique dilué, employé en excès, agit sur le nitrate basique et met en liberté l'acide nitrique qui dissout une partie de l'argent. L'acide acétique, qui est un acide beaucoup plus faible, se comporte de même façon, mais élimine bien moins d'acide azotique : la dose d'argent dissous est minime.

» Quant à l'acide chlorhydrique, il fournit, avec le sel basique, du chlorure cuivrique que l'argent divisé réduit promptement en chlorure cuivreux et chlorure d'argent.

» La réaction de l'oxyde cuivreux sur la solution d'azotate d'argent peut être réalisée plus vite à la température de l'ébullition; le produit obtenu est très peu différent.

» Il est aisé de se rendre compte, à l'aide des données thermiques déjà acquises, que le phénomène est très exothermique. Si l'on néglige la production du sel basique, on trouve que la réaction

$$3\,Cu^2O + 6\,AgAzO^3 = 6\,Ag + 3\,CuO + 3\,Cu(AzO^3)^2$$

dégagerait, les sels étant dissous, $3 \times 29^{Cal},4$. Il faudrait, en réalité, augmenter cette valeur de la petite chaleur dégagée par la production du sel basique.

» C'est d'ailleurs la formation de ce dernier qui règle quantitativement la réaction, comme il a été dit plus haut : en effet, le nitrate basique

(1) Voir, à ce sujet, mes Notes aux *Comptes rendus*, t. CXXII, p. 1537, et t. CXXIII.

$3CuO, Cu(AzO^3)^2, 3H^2O$ est un corps très bien défini, insoluble et très stable, auquel on peut arriver par des voies fort variées. M. Athanasesco l'a obtenu cristallisé (*Bull. Soc. chim.*, t. XI, p. 1112; 1894). J'ai pu moi-même, par une méthode très simple, le préparer en cristaux bien définis et j'ai mesuré sa chaleur de formation, ainsi que je me propose de l'indiquer dans une prochaine Communication. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Action des oxydes d'azote sur le chlorure et le bromure ferreux.* Note de M. V. **Thomas**, présentée par M. Friedel.

« Dans une Note que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie ([1]), j'ai mentionné l'action que l'oxyde nitrique exerce sur le chlorure ferrique. J'ai montré que le chlorure ferrique était réduit et qu'on obtenait, après réduction, deux composés distincts de gaz nitrique et de chlorure ferreux ([2]).

» La réaction qui se produit entre le bromure ferrique et le bioxyde d'azote est tout à fait comparable. Le bromure ferrique est réduit avec dégagement de bromure de nitrosyle, et le bromure ferreux qui prend naissance est susceptible également d'absorber l'oxyde nitrique. Lorsque la réduction s'opère dans un tube de verre, et que, cette réduction terminée ([3]), on laisse refroidir le bromure ferreux dans le courant gazeux, celui-ci, tout en conservant son aspect, prend une coloration rougeâtre.

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXI, p. 128.

([2]) J'ai mentionné également (*Comptes rendus*, t. CXX, p. 447) une combinaison d'oxyde nitrique et de chlorure ferreux, obtenue en partant du chlorure ferrique en solution éthérée. L'analyse m'avait conduit à la formule $Fe^2Cl^4.2AzO$. L'azote était dosé en volume. On chauffait le composé au rouge et l'on faisait arriver les produits gazeux sur de la tournure de cuivre. Je n'avais pu alors retrouver trace d'azote dans les diverses décompositions par la voie humide. En réalité, cette substance retient très énergiquement ou renferme de la matière carbonée, comme je m'en suis assuré par de nombreuses combustions, ce qui donne naissance à des produits gazeux non absorbables par la tournure de cuivre, et que j'avais, par erreur, dosé comme azote. J'espère revenir bientôt sur l'histoire de ce composé, ainsi que sur celle du composé bromé correspondant.

([3]) La réduction est plus facile qu'avec le chlorure, et, tandis que le chlorure ferrique ne donne naissance qu'à du chlorure ferreux (au-dessous de 500°), le bromure ferrique est, à la même température, plus ou moins complètement oxydé, et l'oxyde qu'on obtient ainsi, Fe^2O^3, est alors très bien cristallisé.

L'absorption est extrêmement faible. Le dosage d'azote a été fait en partant de quantités de matière variant entre 2^{gr} et 3^{gr}. Ces analyses conduisent à assigner à ce corps la même formule qu'au composé chloré, c'est-à-dire une molécule d'oxyde nitrique pour 5 (ou 6) Fe^2Br^4. Il est, en effet, difficile, pour une si faible teneur en bioxyde d'azote, de déterminer exactement la formule de la combinaison. Je pensais de prime abord que c'était sans doute un simple phénomène de dissolution. Il n'en est rien. Le composé paraît être bien défini ou résulter tout au moins d'une absorption gazeuse incomplète qui, si elle était totale, pourrait donner naissance à un nouveau corps plus riche en oxyde nitrique. En effet, ce composé nitrosé est inaltérable dans l'air sec, et le vide même, après un temps très long (huit jours), ne lui fait pas perdre trace de gaz.

» Comme je l'ai dit précédemment, le bromure ferreux absorbe l'oxyde nitrique sans modifier sa structure cristalline. Je pensais, en opérant en solution, arriver à déterminer si ce bromure nitrosé était ou n'était pas cristallisé. Mais si l'on dissout préalablement le bromure ferreux, et qu'on fasse ensuite réagir le bioxyde d'azote, les phénomènes ne sont plus les mêmes; en solution aqueuse, on obtient des liqueurs noires, comme avec tous les sels de protoxyde de fer; en solution éthérée, le bioxyde d'azote est tout d'abord absorbé; puis, par évaporation de la solution, on obtient une liqueur sirupeuse qui laisse déposer, en certaines circonstances, de petites aiguilles très nettes dont je poursuis l'étude et qui paraissent tout à fait différentes. Si, au contraire, on forme le composé nitrosé et qu'on cherche l'action des solvants les plus employés, on s'aperçoit qu'ils décomposent immédiatement le bromure nitrosé en bromure et bioxyde d'azote; les phénomènes qu'on observe résultent alors de l'action que peuvent exercer, l'un sur l'autre, le sel ferreux, l'oxyde nitrique et le solvant.

» Cependant, ces composés à faible teneur en oxyde d'azote se différencient nettement des sels ferreux purs. En particulier, ils ne peuvent, comme ces derniers, absorber le peroxyde d'azote AzO^2. En effet, chlorure et bromure ferreux ont la curieuse propriété d'absorber à froid les vapeurs nitreuses pour donner naissance à des composés bien définis appartenant à la classe des sels halogénés nitrés.

» L'expérience est facile à réaliser :

» Une quantité connue de sel halogéné (chlorure ou bromure) est placée dans une nacelle qu'on introduit dans un tube de verre parcouru par un courant de vapeurs nitreuses. Il faut que tout l'appareil soit bien exempt de vapeur d'eau. Dans ce cas, l'absorption, très rapide, est complète,

lorsque le contenu de la nacelle correspond à la formule $2Fe^2Cl^4, AzO^2$ ou $2Fe^2Br^4, AzO^2$. Si cependant il y avait dans l'appareil de petites quantités de vapeur d'eau, on trouverait une absorption plus grande. On pourrait alors constater qu'il se dégage, de l'appareil, des gaz renfermant ou du chlore ou du brome. La vapeur d'eau a eu pour rôle de dissoudre une petite quantité de sel ferreux; le peroxyde d'azote a donné naissance à de l'acide azotique au contact du sel ferreux dissous, et par cette solution il a été dissous en proportion notable. De là vient l'augmentation de poids observée. Mais, si l'on substitue au courant de protoxyde d'azote un courant de gaz inerte tel que l'acide carbonique, la solution perd son gaz et l'absorption paraît alors trop faible.

» Ces deux composés sont inaltérables à l'air sec; ils ne subissent aucune perte de poids dans le vide. Comme le chlorure de bismuth nitré, comme le chlorure ferrique nitré, ils sont, dans la plupart des réactions, susceptibles de se dédoubler en chlorure (ou bromure) et peroxyde d'azote. En particulier, l'eau donne naissance à des dissolutions rougeâtres, et, dans cette solution, les alcalis précipitent de l'oxyde noir de fer [1]. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques dérivés de l'aldéhyde salicylique.* Note de M. **Paul Rivals.**

« Dans une série de recherches sur les relations thermochimiques entre les aldéhydes, les alcools et les acides, nous avons établi, M. Berthelot et moi, les chaleurs de combustion et de formation de la saligénine et de l'aldéhyde salicylique. J'ai poursuivi l'étude des dérivés de ces deux corps.

» *Salicylure de potassium.* — Piria a décrit un sel de potassium

$$C^7H^6O^2, KOH$$

qui, d'après Etling, se déshydrate dans le vide à 120°. J'ai vérifié ce fait, contesté par Piria, et obtenu le salicylure de potassium $C^7H^5O^2K$. J'en ai déterminé la chaleur de formation

$$C^7H^6O^2 \text{ liq.} + KOH \text{ sol.} = C^7H^5O^2K.H^2O \text{ sol} \ldots\ldots\ldots \quad +18^{Cal},6$$
$$C^7H^6O^2 \text{ liq.} + KOH \text{ sol.} = C^7H^5O^2K \text{ sol.} + H^2O \text{ sol} \ldots\ldots \quad +21^{Cal},5$$

» C'est précisément la chaleur de formation du benzoate isomère. Elle

(1) Travail fait au laboratoire d'enseignement pratique de la Chimie appliquée.

est bien supérieure à la chaleur de formation des phénates proprement dits, et comparable à celle des dinitrophénates. On voit donc que la présence d'un groupement aldéhydique accroît notablement l'énergie de la fonction phénolique. On n'a pas étudié jusqu'ici, au point de vue thermique, la formation des sels des acides-aldéhydes ou des phénols-aldéhydes (1).

» *Parasalicyle.* — On sait que Perkin, par l'action du chlorure d'acétyle sur l'aldéhyde salicylique, a obtenu le parasalicyle identique à celui d'Etling et au benzo-salicyle de Cahours.

» Ce dernier a prétendu, au contraire, que l'action précédente donne naissance à de l'acéto-salicyle dont il donne l'analyse, mais non le point de fusion.

» D'après Perkin, l'acéto-salicyle se forme dans l'action du chlorure d'acétyle sur le salicylure de sodium; il fond à 37° et bout à 253°.

» J'ai obtenu le parasalicyle dans les conditions décrites par Perkin, et il m'a été impossible de reproduire la réaction de Cahours. J'ai seulement observé que, si l'on fait tomber peu à peu de l'aldéhyde salicylique dans du chlorure d'acétyle bouillant, on obtient un liquide épais, qui, distillé dans le vide, donne à la fois de l'acéto-salicyle et du parasalicyle. Le premier de ces corps est l'acéto-salicyle de Perkin; il fond à 35°, bout à 253°; son poids moléculaire, déterminé par cryoscopie dans l'acide acétique, est bien égal à 164. Maintenant reste à savoir si l'acéto-salicyle de Cahours n'est pas identique à celui de Perkin; la question me paraît insoluble, Cahours n'ayant pas donné le point de fusion du corps qu'il a obtenu.

» On pourrait concevoir en effet que, outre l'acéto-salicyle proprement dit (de Perkin), il existait un polymère; ce serait le diacétate du parasalicyle considéré comme un aldéhyde. J'ai vainement essayé d'obtenir ce corps par l'action de l'anhydride acétique sur le parasalicyle.

» Quant au parasalicyle, il est facile de l'obtenir pur. Son poids moléculaire, déterminé par cryoscopie dans l'acide acétique, correspond bien à la formule $C^{14}H^{10}O^3$.

» Sa chaleur de combustion moléculaire est égale à $1589^{Cal},7$ à volume constant; $1590^{Cal},3$ à pression constante. J'en déduis la chaleur de formation à partir des éléments du parasalicyle solide : $+74^{Cal},9$.

---

(1) J'ai également obtenu un saligénate de potassium $C^7H^7O^2K.3H^2O$ qui se déshydrate dans le vide à 120°, mais je n'ai pas fait encore l'étude thermochimique de ce composé.

» On aurait dès lors, pour la formation du parasalicyle à partir de l'aldéhyde,

$$2\,C^7H^6O^2 \text{ liquide} = C^{14}H^{10}O^3 \text{ solide} + H^2O \text{ solide} \ldots \quad +26^{Cal},2$$

» Or on sait que tous les anhydrides simples ou mixtes (éthers oxydes, éthers sels, anhydrides acides, ...) sont formés avec absorption de chaleur à partir des composants. Il ne me paraît donc pas possible d'admettre, avec Perkin, que le parasalicyle est un simple éther oxyde dérivé de la fonction phénolique $CHO.C^6H^4.O.C^6H^4.CHO$. D'ailleurs, le parasalicyle ne présente à aucun degré les caractères d'un aldéhyde.

» Il ne présente pas davantage les caractères d'un alcool ; on ne peut donc attribuer le dégagement de chaleur anormal à une aldolisation du dialdéhyde obtenu.

» On pourrait modifier légèrement la formule de Perkin. On sait avec quelle facilité les dialdéhydes se transforment en produits asymétriques, en lactones. Le dégagement de chaleur qui accompagne cette transformation est de 25^{Cal} environ. Ceci résulte de nos recherches sur le phtalide et les lactones campholéniques. Si le parasalicyle est un éther oxyde, ce n'est pas un dialdéhyde, c'est un isomère asymétrique.

» Dans une prochaine Communication je me propose d'étudier deux dérivés chlorés de l'aldéhyde salicylique : l'aldéhyde monochloré, et la saligénine chlorée résultant de la fixation de l'hydrogène naissant sur l'aldéhyde chloré. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur une lipase végétale extraite du* Penicillium glaucum. — Extrait d'une lettre de M. **E. Gérard** à M. Armand Gautier.

« ... En prenant connaissance des Notes que vous avez présentées à l'Académie des Sciences et de celles que M. Hanriot a données à la Société de Biologie, j'ai eu l'idée d'expérimenter l'action des ferments solubles du *Penicillium glaucum* sur la monobutyrine. Ces ferments avaient été préparés en 1893, au cours d'un travail paru cette même année dans les *Comptes rendus de la Société de Biologie* [9], n° 5, p. 65, ayant pour titre : *Sur un ferment analogue à l'émulsine rencontré dans le* Penicillium.

» Voici mes expériences nouvelles :

» 1° Le 15 janvier, à 3^h soir, on met dans un ballon 100^{cc} d'eau distillée et 2^{gr} de monobutyrine (ce ballon sert de témoin).

» 2° Le même jour, on met dans un autre ballon 100^{cc} d'eau distillée, 2^{gr} de monobutyrine et 0^{gr},30 du mélange des ferments solubles de *Penicillium* (extraits en janvier 1893).

» Le 16 janvier, on dose l'acidité à la fois dans le ballon témoin et dans le ballon renfermant le ferment soluble. L'acidité, dans le ballon témoin, est représentée par 0^{cc},4 de solution décime de potasse pour 10^{cc} de liquide; cette acidité (due à une petite quantité d'acide butyrique libre renfermée dans la monobutyrine incomplètement purifiée) ne varie pas les jours suivants.

» Au contraire, le ballon avec ferment donne comme acidité, pour 10^{cc} de liquide, exprimée en solution déci-normale de soude :

			cc
Le 16 janvier,	*acidité*	....	1
Le 17	»	»	1,5
Le 18	»	»	2,1
Le 21	»	»	2,5

» En conséquence, les ferments extraits du *Penicillium glaucum* renferment la *lipase* de M. Hanriot ou un ferment très analogue.

» Le *Penicillium*, cultivé sur liquide Raulin additionné de monobutyrine, met aussitôt en liberté de l'acide butyrique libre, ce qui pouvait être prévu, étant donné les expériences précédentes.

» M. W. Sigmund (*Monat. f. Chem.*, t. XIII, p. 567) a publié une Note où il essaye de montrer que les ferments qui dédoublent les glucosides, comme l'émulsine, dédoublent également les corps gras. Comme les ferments du *Penicillium glaucum* renferment de l'émulsine, j'ai voulu voir si l'émulsine décomposait la monobutyrine; je n'ai pas obtenu de saponification appréciable.

» J'ai été averti que M. Camus vient aussi d'observer que le *Penicillium glaucum*, cultivé sur liquide Raulin, fabrique de la lipase. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Influence de la diète et de l'inanition sur les effets de certaines toxines microbiennes*. Note de MM. **J. Teissier** et **L. Guinard**, présentée par M. A. Chauveau.

« En poursuivant nos recherches sur les influences capables de modifier les effets de certaines toxines microbiennes, nous avons constaté que l'inanition et l'abstinence mettent les animaux dans des conditions de résistance plus grande à ces poisons.

» Procédant toujours par comparaison, sur des chiens alimentés et sur des chiens mis à la diète, nous avons vu que les effets de la pneumobacil-

line et de la toxine diphtérique sont notablement modifiés par la privation de nourrriture.

» Chez les animaux à jeun, les premières manifestations toxiques se montrent généralement beaucoup plus tard que chez les animaux témoins; dans quelques expériences, ces manifestations ont même fait absolument défaut. Sur une série de vingt-deux chiens, quatre sujets inanitiés ont résisté complètement aux effets de la toxine diphtérique, tandis que tous les témoins ont été tués par ce poison. A partir du moment où les animaux à jeun et inanitiés commencent à présenter des troubles fonctionnels, ils meurent généralement assez vite et ne résistent pas longtemps aux effets de l'intoxication.

» Chose très particulière et assez fréquente, les lésions relevées à la nécropsie des animaux inanitiés et des témoins n'ont jamais la même gravité. Alors que, chez la généralité de ces derniers, les viscères digestifs, la muqueuse intestinale, le foie, la rate présentaient les altérations habituelles que produisent la pneumobacilline et la toxine diphtérique, chez les chiens inanitiés, l'entérite, l'entérorragie étaient peu graves et faisaient souvent défaut. Le foie, qu'il s'agisse d'injection par une veine périphérique ou par une veine mésentérique, était peu malade et n'offrait pas toujours les caractères du foie infectieux.

» Tout en tenant compte de la variation possible de l'activité des toxines employées, nous avons vu que ce sont généralement les animaux à la diète depuis plus longtemps et les plus inanitiés qui ont le mieux résisté aux effets des toxines et ont montré les plus grandes différences avec les animaux témoins.

» En effet, il nous a semblé que, pour que l'influence du jeûne se fasse réellement sentir, il importe que ce jeûne soit effectif, et nous entendons par là qu'il ait eu pour conséquence évidente de modifier la nutrition et l'état général du sujet. Il ne suffit pas qu'un animal ait été mis à la diète depuis cinq ou six jours; si son état d'embonpoint, si l'état de ses réserves nutritives lui ont permis de résister aux déchets et de maintenir, sur ses propres économies, le taux de sa nutrition, il peut se comporter à l'égard des toxines comme un animal témoin et en subir les effets avec autant d'intensité.

» Nous n'avons pas encore pu essayer d'autres toxines que celles de la diphtérie et du pneumobacille; cependant, sans rien préjuger sur des faits probables mais non prouvés, nous avons le sentiment que, vis-à-vis d'autres poisons microbiens, l'influence du jeûne peut être aussi appréciable.

» Pour expliquer cette influence, deux hypothèses se présentent immédiatement :

» Chez les animaux à jeun et inanitiés, les toxines, arrivant dans un organisme appauvri, se trouveraient au contact d'éléments cellulaires affamés, prêts à élaborer et à assimiler tout ce qui se présente et seraient, pour cela, détruites avant d'avoir pu produire la totalité de leurs effets. Ou bien, dans l'autre hypothèse, les toxines n'agiraient pas ou agiraient plus lentement, parce que l'organisme inanitié manquerait des éléments sur lesquels porte leur activité fermentative, pour arriver à la production des poisons immédiatement actifs.

» De ces deux hypothèses, la seconde nous paraît plus probable et plus en rapport avec ce que l'on observe dans les expériences relatives aux effets des toxines et particulièrement avec la façon d'agir de la pneumobacilline et du poison diphtérique, que nous avons plus spécialement étudiés.

» En somme, quelle que soit l'explication admise à propos des résultats que nous avons constatés, l'influence de l'abstinence et de l'inanition, sur les effets de la pneumobacilline et de la toxine diphtérique, reste, et l'on comprend qu'elle puisse prêter à des considérations du plus haut intérêt, relativement à la question de la diète dans le traitement des maladies infectieuses. Ne pouvant développer ce sujet ici, nous nous contentons de le signaler, non pour exagérer la portée de nos conclusions, mais pour indiquer simplement qu'il y a lieu d'éviter des généralisations prématurées, qui feraient dire à nos expériences le contraire de ce qu'elles signifient. »

ZOOLOGIE. — *Nouvelles observations sur les Sésamies, Lépidoptères nuisibles au maïs, à la canne à sucre, au sorgho, etc. — Les générations autumno-hivernales de* Sesamia nonagrioïdes *Lefèvre*. Note de M. **J. Kunckel d'Herculais**, présentée par M. Edmond Perrier.

« Poursuivant nos recherches biologiques sur la Sésamie (*Sesamia nonagrioïdes* Lefèvre) qui, ainsi que nous l'avons exposé précédemment [1],

---

[1] Jules Kunckel d'Herculais, *Ravages causés en Algérie par les chenilles de* Sesamia nonagrioides *Lefèvre, au maïs, à la canne à sucre, aux sorghos, etc. Observations biologiques. Moyens de destruction* (*Comptes rendus*, t. CXXIII, 16 novembre 1896, p. 842).

cause en Algérie de grands dégâts dans les cultures de maïs, de canne à sucre, de sorgho et autres grandes Graminées, nous avons été à même de constater des faits dont la connaissance permet de déduire des conclusions présentant un intérêt tout à la fois scientifique et pratique.

» Il était à présumer que les éclosions de papillons qui s'étaient effectuées à Alger et aux environs dans les premiers jours d'octobre ne se renouvelleraient qu'au printemps suivant; en effet, les tiges de maïs desséchées, comme celles des cannes à sucre en végétation, contenaient des chenilles qui, ayant atteint tout leur accroissement, semblaient se préparer à hiverner; il y avait tout lieu de supposer que les pontes déposées dans le courant d'octobre passeraient l'hiver, selon la coutume, pour donner naissance aux jeunes chenilles en avril et mai. Les observations que nous avons été à même de faire sont en contradiction avec ces prévisions.

» Contre toute attente, des chenilles ont continué à se transformer en chrysalide, et, à la fin de décembre 1896 ainsi qu'au commencement de janvier 1897, malgré le refroidissement nocturne, le thermomètre s'étant abaissé certaines nuits jusqu'à 2° au-dessous de zéro, des Papillons sont éclos le matin, voltigeant le soir activement; dans le mois de janvier, des chenilles se sont encore changées en chrysalides, et bien que quelques nuits il eût gelé à glace, de nouvelles éclosions de papillons se sont produites dans les premiers jours de février. Chose plus imprévue, des maïs semés dans la dernière quinzaine d'octobre n'ont pas tardé à être envahis par les chenilles, non par des individus ayant acquis tout leur accroissement et sortis des tiges des grandes Graminées cultivées qui les abritaient pendant la mauvaise saison, mais par de jeunes sujets appartenant à une nouvelle génération; en effet, à la fin de décembre et dans les premiers jours de janvier, les tiges comme les épis mâles et femelles en formation de ces maïs contenaient de nombreuses chenilles à tous les âges, les unes n'ayant que 10^{mm} à 12^{mm}, d'autres mesurant 18^{mm} à 20^{mm}, d'autres enfin ayant acquis presque toute leur taille, c'est-à-dire 30^{mm} à 35^{mm} (Hussein-Dey, près d'Alger, propriété Saint-Foix); on ne saurait conserver aucun doute sur l'origine de ces chenilles en voie de développement, elles provenaient toutes des œufs déposés en octobre et éclos peu de jours après la ponte. La longueur et la froideur des nuits n'ont donc ni suspendu, ni arrêté l'évolution de cette nouvelle génération. Si la température moyenne des mois d'hiver a oscillé en novembre entre 18°,4 et 11°,5, en décembre entre 17° et 10°,3, en janvier entre 17°,5 et 9°,2, ce qui indique un relèvement sensible dans le milieu du jour, relèvement dû surtout à quelques journées de

siroco, il est juste de faire remarquer que l'évolution des Noctuelles indigènes, ni celle d'autres insectes du littoral, n'a été accélérée.

» Ces maïs, destinés à être consommés en vert pendant la saison hivernale, ont dû être arrachés, car il n'en était pas un qui ne fût taraudé dans toutes ses parties; mais, dans les pieds mis en observation, les chenilles se sont transformées en chrysalides dans le mois de janvier 1897.

» Dans la Mitidja, la culture de la canne à sucre a été tentée sur une certaine étendue, notamment dans le domaine de Sidi-Aïd (propriété Jacotin, près Boufarik); l'examen des plantations m'a permis de constater que les sujets en plein développement n'étaient que partiellement atteints; les chenilles s'étaient installées dans un certain nombre de tiges, mais seulement dans quelques entre-nœuds; les plantes n'ayant pas trop souffert présentaient une belle végétation; par contre, les rejets contenaient dans leur intérieur une chenille de Sésamie et se trouvaient complètement perdus. Si de ces faits on est amené à conclure que les cannes ont été envahies tardivement, l'examen des chenilles et la détermination de leur âge donnent la certitude qu'elles appartiennent, de même que celles qui ont attaqué les jeunes maïs, à une génération autumno-hivernale.

» D'une part, les cannes n'arrivant à maturité que le douzième mois, on est en droit de redouter l'extension progressive du mal; d'autre part, les cannes se perpétuant par les rejets des souches primitives, et ces rejets étant détruits, la conservation des plantations devient aléatoire. Le dépérissement absolu de ces Graminées à Hussein-Dey, dépérissement dont nous avons parlé dans notre premier Mémoire, justifie ces appréhensions en fournissant la preuve de l'intensité des ravages que peuvent causer les Sésamies.

» D'après ces constatations biologiques, il est donc certain que *Sesamia nonagrioïdes* a, sur le littoral algérien, des générations qui se succèdent sans interruption; suivant les conditions climatériques, les essaimages de papillons se répètant et se produisant à des intervalles plus ou moins espacés, les pontes se multiplient dans le cours de l'année sans qu'il soit possible de préciser les époques d'éclosion des œufs et de déterminer par conséquent la durée de l'évolution de chaque génération; ce n'est donc pas seulement au printemps qui suit la ponte automnale, ainsi que nous l'avons admis de prime abord, que les générations s'enchevêtrent, car elles s'entrecroisent dès l'automne et en toute saison. Cette multiplication ininterrompue, même durant la saison hivernale, vient à l'appui de l'opinion que nous avons émise tendant à considérer cette Noctuelle comme originaire des

pays chauds, où elle trouve les conditions de milieu qui lui permettent de se reproduire normalement pendant toute l'année.

» L'introduction et l'expansion des Sésamies dans le bassin de la Méditerrannée sont certainement le résultat de l'extension culturale de la canne à sucre. En effet, la canne, originaire de l'Asie tropicale, a été introduite et cultivée par les Arabes en Égypte, en Syrie, en Tripolitaine, dès les premiers temps du moyen âge; ce sont eux qui, dès le xe siècle, l'ont apportée en Espagne et l'ont répandue dans le Maghreb; vers 1200, elle fut apportée en Sicile par les Juifs du Maghreb, et sa culture fut entreprise sur des terres qui leur furent concédés par l'empereur Frédéric II; les plantations se multiplièrent et prospérèrent jusqu'au xve siècle au Maroc et en Espagne. Si le sorgho (*bechena* des indigènes) tire son origine de l'Afrique équatoriale, s'il a été cultivé aux temps préhistoriques en Égypte, son extension dans l'Afrique du Nord et dans les autres régions méditerranéennes est due également aux Arabes; ce n'est que vers 1500 que Séville reçut d'Amérique beaucoup de grains de maïs, et c'est au xvie siècle qu'il se répandit en Europe; or, l'introduction comme la multiplication, en divers pays, du sorgho et du maïs se sont faites à l'aide de graines, alors que la dispersion de la canne à sucre a été réalisée au moyen des plantes ellesmêmes. En résumé, on est conduit à admettre que c'est la canne à sucre qui a été l'agent de dissémination des Sésamies, qui ont attaqué ensuite le sorgho et le maïs. »

ZOOLOGIE. — *Morphologie des appendices de l'extrémité antérieure de l'intestin moyen des Orthoptères* (1). Note de M. L. **Bordas**, présentée par M. Edmond Perrier.

« Tous les Orthoptères, sauf les *Forficulidæ* et les *Phasmidæ*, portent, à l'origine de l'intestin moyen, des *appendices* plus ou moins volumineux, de formes très variables d'une famille à l'autre et dont le nombre est toujours compris entre deux et huit. La présence ou l'absence de ces appendices permet de diviser les Orthoptères en deux sections très nettes, comprenant des espèces dont la structure des organes internes correspond à des caractères morphologiques externes différents; de plus, le nombre de ces organes, leur disposition, leur mode d'insertion, les plissements qu'ils pré-

(1) Résumé d'un Travail fait au Muséum (Laboratoire de M. Edmond Perrier).

sentent à l'intérieur et surtout la présence ou l'absence de diverticules postérieurs, permettent de caractériser un certain nombre de familles. C'est ainsi que les *Mantidæ* et les *Blattidæ* sont pourvues de huit appendices intestinaux, tandis que les *Acridiidæ* n'en possèdent que six et les *Locustidæ*, ainsi que les *Gryllidæ*, deux seulement.

» En outre, grâce aux nombreux échantillons que nous avons eus à notre disposition, il nous a été possible de suivre tous les termes de passage entre les Orthoptères à appendices intestinaux pairs et les Orthoptères à appendices multiples : c'est ainsi, par exemple, que les *Pseudophyllinæ* relient les Acridiens aux Locustides.

» Les Mantidæ (*Mantis, Tenodera, Hierodula, Eremiaphila,* etc.) sont pourvues de huit appendices ou cœcums intestinaux, longs, flexueux, cylindriques, insérés à égale distance et circulairement à l'origine de l'intestin moyen, dans lequel ils s'ouvrent séparément par un petit orifice ovale.

» Les appendices de l'intestin moyen sont, comme dans la famille précédente, au nombre de huit chez les Blattidæ, mais ils sont de formes très variables suivant les espèces. Ceux des *Périplanètes* sont tubuleux, à sommets obtus et longs de 6^{mm} à 10^{mm}, sur $0^{mm},7$ de diamètre. Ils ont des parois épaisses et présentent une structure identique à celle de l'intestin moyen dont ils ne sont que de volumineux diverticules. Leur face externe est parcourue par de nombreuses arborisations trachéennes. Ceux des *Polyzosteria* sont filiformes, inégaux et très allongés : certains d'entre eux atteignent jusqu'à 3^{cm} de longueur. Les *Blabera* possèdent des appendices également très étroits.

» On ne compte, chez les Acridiidæ (*Pœcilocerus, Pyrgomorpha, Acridium, Pamphagus, Œdipoda, Stenobothrus, Mecosthetus, Truxalis,* etc.), que six cœcums intestinaux, bien différents par leur forme de ceux des deux familles précédentes. Ces organes, dont la structure est identique à celle de l'intestin moyen, sont cylindriques dans leur moitié inférieure et terminés en avant par une pointe conique. Leur surface externe est lisse, mais l'interne présente une série de replis longitudinaux, divisant la cavité centrale en plusieurs loges. Ils enveloppent, en l'embrassant étroitement, la portion terminale du jabot, celle qui correspond morphologiquement au gésier des *Gryllidæ* et des *Locustidæ*. Ils s'ouvrent, à l'origine de l'intestin moyen, par des orifices en général circulaires et disposés symétriquement. Ces appendices sont pourvus, vers leur point d'insertion au tube digestif, de petits diverticules ou appendices coniques très courts et à sommets dirigés en arrière. Ces appendices postérieurs ne se rencontrent que chez les Acridiens. Ils sont rudimentaires chez les *Stenobothrus*, tandis que chez les *Œdipodinæ*, ils atteignent parfois une longueur égale à la moitié de celle des appendices antérieurs.

» Par les *Pseudophyllinæ*, nous passons aux Locustidæ. Chez le *Cleandrus*, les appendices intestinaux sont disposés, de chaque côté du gésier, en deux groupes. Le groupe postérieur, de beaucoup le moins important, n'est formé que par un cœcum unique, sinueux, élargi à sa base et aminci à son sommet. Le groupe antérieur est large, aplati, à face interne concave et présente, du sommet à la base, six ou sept

sillons peu profonds séparés par des bourrelets parallèles. Chaque sillon correspond à une cloison interne divisant la cavité cœcale en une série de logettes nettement séparées les unes des autres et s'ouvrant directement à l'extrémité antérieure de l'intestin moyen.

» Cette disposition permet de rattacher très facilement les Orthoptères à cœcums multiples aux Orthoptères à cœcums pairs, et de passer ainsi, par des transitions graduelles et insensibles, des *Mantidæ*, *Blattidæ*, *Acridiidæ* aux *Locustidæ* et aux *Gryllidæ*. Chez les autres Locustides, les appendices de l'intestin moyen sont toujours pairs. Ce sont deux larges sacs, à parois épaisses et à face interne arquée, embrassant plus ou moins étroitement les parois du gésier. Ils présentent, chez toutes les espèces, une série de replis qui partent de la paroi interne et divisent la cavité centrale en une série de loges ou compartiments communiquant entre eux.

» Les appendices intestinaux des GRYLLIDÆ sont à peu près semblables à ceux des Locustides; la seule différence consiste en ce que les cloisons internes sont moins développées et la cavité cœcale plus régulière.

» Dans une Communication ultérieure, nous nous proposons de décrire la structure histologique de ces cœcums et d'étudier leur fonction physiologique. »

ZOOLOGIE. — *Phénomènes d'autotomie chez des Phasmides appartenant aux genres* Monandroptera *et* Rhaphiderus. — Note de M. **Edmond Bordage**, présentée par M. Blanchard.

« L'île de la Réunion et l'île Maurice possèdent deux superbes Phasmides appartenant aux genres *Monandroptera* et *Rhaphiderus* : le *M. inuncans* Serville, et le *R. scabrosus* Serv. (*Monandroptera spinigera* Lucas).

» Chez la première espèce, la femelle est aptère et atteint jusqu'à 20^{cm} de longueur sur 25^{mm} de largeur. Sa couleur est brune ou vert pré. Le mâle, de formes moins lourdes, ne dépasse pas 17^{cm} de longueur sur 18^{mm} de largeur. Il est gris verdâtre ou vert. Il possède des élytres très rudimentaires, de la couleur du corps, et des ailes assez longues, teintées de rose pâle et de brun, munies d'un bord opaque vert.

» Les spécimens de *Rhaphiderus scabrosus* sont de dimensions beaucoup moindres; la femelle, brune ou d'un vert pré magnifique, atteint au maximum $8^{cm},5$ de longueur sur 11^{mm} de largeur. Elle est aptère. Le mâle, également aptère, revêt une teinte brune et ressemble à un petit rameau. Sa longueur n'est que de $6^{cm},5$; sa largeur ne dépasse pas 5^{mm}.

» Il y a quelques mois, étant parvenu à me procurer quelques-uns de ces curieux Orthoptères, je laissai, par oubli, une Monandroptère sur une

table de laboratoire. Quelques instants après, l'insecte, gisant sur le dos, avait perdu ses deux membres antérieurs. Je constatai, avec étonnement, que j'étais en présence de phénomènes d'autotomie, déterminés par deux représentants du *Plagiolepis longipes* Forel (Fourmi originaire de l'Inde et introduite par la navigation, il y a quelques années, à Maurice et à Bourbon, où elle a envahi les habitations du littoral). La séparation s'était produite entre le fémur et le trochanter ([1]). La section était des plus nettes et la perte de sang avait été insignifiante. Les Fourmis parvinrent encore à séparer une troisième patte sous mes yeux, et ce fut tout. Je renouvelai l'expérience, toujours avec succès; mais, dans un cas seulement (il s'agissait d'une femelle de Monandroptère), j'ai pu constater la rupture de tous les membres. Les membres antérieurs, dont le haut de la cuisse est très aminci, sont ordinairement ceux sur lesquels les Fourmis arrivent le plus facilement à déterminer l'autotomie.

» Ce n'est pas par traction que les Fourmis agissent, mais bien par des morsures pratiquées sur la membrane interarticulaire, entre la hanche ou le trochanter, ou entre le fémur et le tibia. L'action d'une seule Fourmi est quelquefois suffisante. Dans certains cas, l'autotomie est immédiate; dans d'autres cas, il s'écoule un certain temps entre le moment où la morsure est pratiquée et celui où l'amputation se produit. Ainsi, après avoir constaté la présence de Fourmis sur les membres d'une Phasmide, il m'est arrivé d'enlever l'insecte en évitant soigneusement de le saisir par les pattes, afin de le soustraire à l'action de ses agresseurs. Dans ces conditions, j'ai quelquefois vu l'autotomie se produire quatre ou cinq minutes après la morsure. Elle se produisait aussi quelquefois lorsque je soulevais l'insecte légèrement, sans secousse ni pression, par l'une des pattes sur lesquelles j'avais vu les Fourmis opérer leurs morsures quelques instants auparavant. Sans la moindre contraction musculaire, l'insecte abandonnait sa patte et retombait.

» L'acide formique a donc une action très énergique, provoquant facilement l'autotomie.

» A quelques exceptions près, ce n'est qu'avec de réelles difficultés que, chez des

---

([1]) Le trochanter et le fémur, au lieu d'être réunis par une articulation leur permettant d'être mobiles l'un sur l'autre, sont au contraire soudés. Ce n'est qu'après avoir constaté les phénomènes d'autotomie que j'ai remarqué cette soudure, indiquée cependant par un petit sillon. Après l'autotomie, la partie qui reste encore attachée au corps comprend la hanche, réunie par la membrane articulaire à un petit anneau ou bourrelet, qui n'est autre chose que le trochanter séparé de la cuisse par une cassure circulaire des plus nettes. Cette soudure du trochanter et de la cuisse, ou fémur, rappelle donc beaucoup celle que l'on observe chez les Crabes, entre le basipodite et l'ischiopodite.

Rhaphidères et des Monandroptères adultes, j'ai pu déterminer l'autotomie, résultat auquel les Fourmis arrivaient avec facilité, pour deux ou trois membres du moins.

» Les exceptions se sont surtout présentées chez des Raphidères. Dans certains cas, en tenant l'insecte suspendu par un membre et en exerçant, au moyen des ongles, une forte pression sur la région moyenne de la cuisse, j'ai pu déterminer l'autotomie; le fait s'est reproduit de la même façon pour les cinq autres membres. J'ai pu arriver au même résultat en opérant des brûlures ou des sections vers la région distale de la cuisse.

» J'ai rencontré plus de difficultés chez la Monandroptère. C'est tout au plus si, chez quelques spécimens, je suis arrivé à faire détacher deux ou trois membres.

» Très souvent, pour l'une comme pour l'autre des deux espèces, il ne m'a pas été possible de provoquer une seule fois l'autotomie. Il est à noter que je parle ici des spécimens observés en pleine vigueur; malgré cela, mes tentatives sont restées infructueuses. J'employais cependant les moyens les plus énergiques : des sections rapides, pratiquées successivement sur un même fémur; puis, l'action de la brûlure jusqu'à ce que le membre fût réduit à un simple moignon. Quelquefois, je soulevais l'insecte par ce moignon et le secouais violemment. Il se produisait alors une déchirure de la membrane située entre le thorax et la hanche, ou, le plus souvent, de celle qui relie la hanche au trochanter. Cette déchirure présentait des contours très irréguliers avec une houppe de fibres musculaires détachées par traction.

» Je dois encore signaler l'intervalle de temps plus ou moins long qui s'écoule entre le moment où l'on produit l'excitation et le moment où le membre se détache. Cet intervalle, qui est quelquefois inférieur à une seconde, peut aller aussi jusqu'à dix minutes.

» *En résumé*, l'autotomie se manifeste nettement chez le *Monandroptera inuncans* et surtout chez le *Rhaphiderus scabrosus*, mais d'une façon irrégulière, capricieuse même, pourrait-on dire. Les membres de la paire antérieure sont ordinairement ceux qui se détachent le mieux. Jamais, cependant, chez ces insectes, l'autotomie ne se produit aussi facilement que chez les Orthoptères sauteurs, tels que les Sauterelles, dont les grandes pattes postérieures se détachent toujours d'une façon si rapide lorsqu'on pince, même très légèrement, le fémur, ou lorsqu'on le sectionne brusquement. Enfin, tandis que chez la Sauterelle, c'est la contraction d'un seul, ou d'un petit nombre de muscles qui provoque la rupture, cette dernière ne s'opère chez les Phasmides qu'à la suite de contractions musculaires très énergiques, siégeant dans tout le corps. Ces contractions sont plus violentes chez les femelles que chez les mâles. Chez les énormes et lourdes femelles de *Monandroptera inuncans* surtout, elles sont très remarquables, et il se produit alors quelquefois, après la rupture, une perte de sang plus considérable que d'habitude, représentée par une grosse goutte verdâtre. Cette

hémorragie, bien qu'arrêtée assez rapidement par coagulation, est cependant suffisante, si elle se manifeste encore pour deux ou trois autres membres, pour amener la flaccidité du corps et la mort de l'insecte au bout de douze à vingt heures.

» Lorsque l'autotomie est produite par la morsure des Fourmis, elle peut être suivie d'hémorragie, si l'insecte est abandonné pendant quelques minutes à ses agresseurs qui, par leurs morsures répétées sur la plaie à vif, empêchent la coagulation du sang. »

PALÉONTOLOGIE. — *Sur les Diatomées contenues dans les phosphates de chaux suessoniens du sud de la Tunisie.* Note de M. J. Tempère, présentée par M. Marcel Bertrand.

« L'étude présentée par M. L. Cayeux à l'Académie des Sciences, dans sa séance du 27 juillet 1896, sur la composition et la formation des phosphates de chaux suessoniens du sud de la Tunisie, dans lesquels l'auteur signale la présence de nombreuses *Diatomées*, avec quelques *Radiolaires* et *Foraminifères*, présentait, à mes yeux, un grand intérêt, à cause de l'âge des matériaux étudiés, plus anciens que ceux dans lesquels on avait jusqu'ici rencontré des Diatomées. Grâce à l'extrême obligeance de M. Cayeux qui, non seulement m'a procuré des matériaux bruts, mais a bien voulu, en outre, me confier également de fort belles coupes dans lesquelles un simple examen m'avait permis de constater la richesse de ces phosphates en débris de Diatomées, j'ai pu déterminer un certain nombre de genres et d'espèces. Malheureusement, ces Diatomées étant calcifiées et phosphatisées, il est impossible de les extraire de la roche par l'action des acides. J'ai donc dû m'en tenir à un examen minutieux des coupes.

» Chacun des grains dont parle M. Cayeux paraît formé presque exclusivement de débris de Diatomées et de Radiolaires; les premières n'y sont représentées que par des formes relativement petites. La quantité de débris est considérable; le nombre d'espèces reconnaissables est assez restreint. Les quelques genres et espèces déterminables donnent lieu de supposer que ce dépôt a quelque analogie avec ceux des Barbades, qui, eux aussi, contiennent, avec des Radiolaires, de petites espèces de Diatomées, dont la plupart sont très délicates. J'entretiens l'espoir que, dans la couche qui renferme ces phosphates, il se trouvera quelques échantillons dont les coupes permettront de reconstituer la flore diatomique de cette

époque et de cette région. Voici les noms des genres aisément reconnaissables que contiennent les préparations de M. Cayeux :

» *Chætoceras* (rare), *Coscinodiscus, Hemiaulus, Melosira, Podosira, Pyxilla, Rhizosolenia, Stephanopyxis, Triceratium.*

» Le genre *Melosira* y est assez souvent représenté; ou y rencontre même plusieurs valves de *M. sulcata* formant la chaîne. Les genres *Coscinodiscus* et *Stephanopyxis* y ont laissé de nombreux débris, très caractéristiques; toutefois, les quelques valves à peu près entières qu'on y rencontre sont trop corrodées pour qu'il soit possible de les déterminer spécifiquement. Le genre *Triceratium* y est assez rarement représenté, mais toujours par des débris ou des échantillons robustes et faciles à reconnaître. M. le professeur J. Brun, de Genève, à qui j'ai communiqué ces coupes, y a reconnu, entre autres formes, le *Tric. tridactylum* Bright. J'y ai également rencontré une valve complète et très robuste de l'*Hemiaulus polycistinorum*, commune dans les dépôts des Barbades. Des *Rhizosolenia*, on ne retrouve que les calyptres assez bien conservés; les *Pyxilla* y sont rares, mais presque toujours entiers; quant aux genres *Chætoceras* et *Podosira*, c'est avec quelque hésitation que je les mentionne, bien que les débris observés me paraissent devoir leur appartenir. »

GÉOLOGIE. — *Analyse lithologique de fonds marins provenant du golfe de Gascogne*. Note de M. **J. Thoulet**.

« Les vingt et un fonds marins qui ont été analysés en détail sont, pour la majeure partie, ceux qui ont été rapportés par moi de la campagne scientifique du *Caudan*, en 1895. Le plus profond a été recueilli à 2200^{fm}.

» Dans chacun d'eux, on a dosé la proportion relative de grains minéraux et de vase amorphe, proportion considérée comme unique base de la classification des dépôts : celle des grains de diamètre au-dessus de $0^{mm},5$, ceux de diamètre compris entre $0^{mm},5$ et $0^{mm},025$; enfin celle des grains de diamètre inférieur. Dans chacune de ces catégories, on a dosé le carbonate de chaux, l'argile provenant de la décomposition de celui-ci, la quantité de grains minéraux ayant une densité inférieure à 2,7 et celle des minéraux ayant une densité plus élevée. Dans l'argile de la vase, on a évalué la perte par calcination et cherché à reconnaître la présence du manganèse.

» L'analyse lithologique qui classe les fonds et permet de les noter sur une Carte lithologique sous-marine, analogue aux Cartes géologiques continentales, doit être suivie d'une analyse microscopique de chacune des fractions isolées, destinée à renseigner sur l'histoire même du dépôt marin.

» La discussion des résultats de l'analyse lithologique conduit, dès à présent, aux conclusions suivantes :

» La composition des dépôts ne dépend immédiatement ni de la profondeur, ni de la distance à la terre, ni de la position des stations relativement à l'axe du golfe de Gascogne dirigé du nord-ouest au sud-est et orientation générale des courants superficiels dans ces parages.

» La composition de deux fonds très voisins peut présenter de notables différences; il en est de même de la faune habitant le fond.

» Lorsqu'un bloc de roche d'origine continentale, et détaché, soit par érosion, soit autrement, de la roche mère, se trouve sur le rivage, les agents naturels en séparent continuellement de menus fragments.

» Comme Aimé l'avait en partie reconnu, dès 1845, dans ses beaux travaux d'Océanographie, ces débris minéraux des bords de la mer, poussés par les courants côtiers, de marées ou autres, marchent par petits fonds, parallèlement au rivage. Quoique avançant et rétrogradant tour à tour suivant l'interversion régulière des courants, ils progressent dans une direction générale déterminée, et font ainsi un trajet réel beaucoup plus long que leur trajet apparent tel qu'il serait mesuré sur une carte. Pendant cette marche, remués sans cesse sur des fonds peu éloignés de la surface, où se fait sentir l'agitation des vagues, ils s'usent surtout mécaniquement, se transforment en sable fin et tendent à s'écarter quelque peu du bord à mesure que leur volume diminue. L'eau, par son mouvement d'oscillation, les trie et les groupe d'une façon homogène. Dans l'effet d'usure produit, une part, la plus importante, revient au choc, sur les plages mêmes; une autre part, au frottement. Un même bloc se débite, non pas en un nombre considérable de galets, chacun se divisant de plus en plus, on pourrait presque dire dichotomiquement, mais, de sa masse, continuellement, se détachent de fines parcelles, jusqu'à ce que le bloc soit réduit, en quelque sorte, à n'être plus qu'un seul caillou, un seul galet et, en dernier lieu, un seul grain de sable. Chaque fois qu'un fragment minéral est suffisamment fin pour être enlevé par le courant portant au large, et cette finesse dépend évidemment de la force du courant variable en chaque localité, il s'éloigne vers la haute mer, avec une trajectoire résultante de la direction et de la force du courant et de la pesanteur qui tend à le faire descendre verticalement. Or, quelque peu étudiés que soient encore les courants, on sait que, sur une même verticale, ils diffèrent notablement de force et de direction. C'est de cette vaste circulation superficielle et profonde que le grain de sable est le jouet, jusqu'au moment où il trouve le repos sur le fond où

nous le récoltons dans les grands sondages, soustrait à toute usure mécanique puisque le liquide qui l'entoure est immobile, soustrait à l'usure par dissolution puisque les eaux de la mer ne sont, pour ainsi dire, pas dissolvantes, uniquement soumis à des actions chimiques particulières sur lesquelles l'attention des savants commence à se porter, mais qui sont encore mal connues.

» La variabilité de composition de fonds très voisins prouve que la circulation océanique, malgré sa complication, est nettement délimitée dans ses effets et, par conséquent, dans sa nature propre.

» L'étude des courants superficiels et profonds tire de ces considérations une importance extrême. Ils doivent être étudiés synthétiquement dans le laboratoire et par mesure directe, sur mer, en particulier au moyen des flotteurs-épaves ou épaves artificielles accouplées, donnant des trajectoires continues et dont j'ai ailleurs préconisé l'usage. »

A 4 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Section de Physique présente la liste suivante de candidats pour la place laissée vacante par le décès de M. *Fizeau* :

En première ligne........................ M. Violle.

En seconde ligne, par ordre alphabétique....
- M. Amagat.
- M. Bouty.
- M. Gernez.
- M. Pellat.

Les titres de ces candidats sont discutés.

L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à 5 heures trois quarts.

M. B.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 22 FÉVRIER 1897,

PRÉSIDENCE DE M. A. CHATIN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Note sur le sixième volume des « Annales de l'observatoire de Bordeaux »*; par M. Lœwy.

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie le sixième volume des *Annales de l'observatoire de Bordeaux*. On y trouve un ensemble de recherches qui fournissent la preuve de l'incessante activité de cet établissement scientifique.

» Le volume débute par un Mémoire de M. Rayet sur le climat de Bordeaux. Cette étude considérable est basée sur les résultats obtenus à l'observatoire même, de 1880 à 1890, et sur toutes les observations anciennes dont les premières remontent à 1714. L'auteur a eu pour but, non seulement de faire l'inventaire historique de toutes les données météorologiques anciennes et modernes, mais aussi de les soumettre à une discus-

sion approfondie, afin d'en tirer toutes les conclusions utiles qu'elles comportent. Ce travail d'analyse, long et laborieux, a conduit à des notions précises sur certaines particularités climatologiques de la Gironde. On y trouve aussi, pour les deux siècles écoulés, les nombres les plus probables des maxima et des minima thermométriques et des valeurs moyennes des éléments météorologiques les plus importants. Un chapitre sur les grands hivers de l'Aquitaine est particulièrement intéressant et constitue une suite, ou plutôt un développement, des recherches d'Arago sur la même question; on y rencontre bien des détails qu'Arago n'avait pas mentionnés.

» La recherche de M. Kromm, calculateur à l'observatoire, sur la comète 1893 III est faite avec beaucoup de soin et d'exactitude. Dans ses calculs, l'auteur a tenu compte des perturbations provenant des planètes Vénus, la Terre, Mars, Jupiter et Saturne. Par une discussion bien conduite, il est ainsi arrivé à établir un accord satisfaisant entre la théorie et l'observation. L'orbite de cet astre paraît être faiblement elliptique; il eût été désirable d'avoir les résidus exprimés en fonction d'une indéterminée, du grand axe par exemple, afin de pouvoir mieux apprécier entre quelles limites peut être comprise la durée de la révolution.

» Le volume en question renferme en outre la suite des observations méridiennes relatives à la revision des zones australes d'Argelander; et il accuse un progrès notable dans l'exécution de cette entreprise importante. On y trouve encore un ensemble d'observations précises et variées concernant les astéroïdes et diverses comètes découvertes dans les années 1888 et 1889. »

ANATOMIE GÉNÉRALE. — *Du rôle physiologique des leucocytes, à propos des plaies de la cornée;* par M. L. **Ranvier**.

« On désigne sous le nom de *globules blancs du sang, cellules lymphatiques, leucocytes,* des éléments cellulaires qui se trouvent dans le sang ou dans la lymphe et qui peuvent en sortir pour cheminer librement au sein des tissus. *Ces éléments appartiennent essentiellement au système vasculaire et, comme tels, doivent concourir à la nutrition des organes.* Cette proposition si simple, si naturelle, n'a cependant pas attiré l'attention. Cela provient, sans doute, de l'observation que l'on a faite de l'une des propriétés les plus surprenantes des leucocytes : mis en présence de particules solides, ils les prennent et les font pénétrer dans leur intérieur; ils les

mangent. Dès lors, on s'est laissé entraîner à penser qu'ils ne faisaient guère que cela. Aussi M. Metchnikoff n'a étonné personne lorsqu'il a soutenu que les cellules lymphatiques mangeaient les microbes et les rendaient inoffensifs. Il a cru devoir donner à ces cellules un nom nouveau, il les a appelées *phagocytes*. La phagocytose, c'est-à-dire la propriété qu'ont les cellules d'absorber des parties solides et de se les assimiler, était connue depuis longtemps; il convenait cependant, pour éviter une périphrase et aussi pour en faire ressortir l'importance, de la désigner par un nom spécial. Ce nom est bon; mais celui de phagocyte est mauvais, parce qu'il fait croire qu'il s'applique à des cellules d'une espèce nouvelle alors qu'il s'agit d'éléments parfaitement connus sous un autre nom. Cette manière de faire engendre l'erreur et la confusion. Cette confusion est d'autant plus regrettable que toutes les cellules, quelles qu'elles soient, peuvent manger; elles mangent même des particules solides dans certaines conditions, comme je l'ai établi depuis longtemps. (Voir mes *Leçons sur le système nerveux*.)

» La phagocytose ne saurait donc être attribuée aux seules cellules lymphatiques. Ce n'est pas une propriété qui leur est spéciale. Elles ont d'autres fonctions et des fonctions beaucoup plus importantes, au point de vue physiologique. Lorsque, suivant ces cellules dans leur migration, je les ai vues se fixer, s'accroître, acquérir une forme nouvelle, devenir des clasmatocytes, en un mot, j'ai pensé de suite qu'elles devaient jouer un rôle important dans la nutrition. Je n'ai point abandonné cette idée, et aujourd'hui je viens apporter quelques faits qui semblent la confirmer.

» Parmi ces faits, j'en rappellerai d'abord un qui est connu de tous : chaque fois qu'il survient, en un point du corps, de l'irritation, quelle qu'en soit du reste la cause, il y a en ce point un apport de cellules lymphatiques. Des actions même purement physiologiques, comme la sécrétion des glandes, ne sauraient se produire avec une certaine intensité, sans qu'il y ait affluence de ces cellules. Il y en a dans la salive contenue dans la bouche. On en observe une notable quantité dans le liquide fourni par une glande salivaire excitée artificiellement. Tous les physiologistes le savent.

» J'en ai dit assez pour me faire comprendre. Je passe maintenant aux faits que j'ai recueillis en expérimentant sur la cornée du lapin.

» Dans une Note antérieure, j'ai montré que la plaie résultant d'une coupure superficielle de la cornée est comblée, au bout de vingt-quatre heures, par une masse épithéliale provenant du glissement des cellules du revêtement général de la membrane. Les cellules qui remplissent la perte

de substance sont polyédriques et fort irrégulières. Leur forme semble dépendre surtout de la pression qu'elles exercent les unes sur les autres. Cette pression est sans doute considérable, car, si les bords de la plaie présentent des éraillures, ce qui arrive lorsque l'instrument dont on a fait usage ne coupe pas très bien, chacune de ces éraillures est occupée par des cellules épithéliales. Il peut même se faire, dans le cas où des lames cornéennes ont été détachées partiellement, qu'il se produise, sous forme de fusées, des bourgeons épithéliaux semblables à ceux du cancer. Voici une expérience facile à reproduire et qui montre ce phénomène avec la plus grande netteté : dans la région centrale de la cornée, on circonscrit, par quatre incisions superficielles, un parallélogramme ayant à peu près 3^{mm} de côté; puis, au moyen d'une pince, on enlève par arrachement, d'un seul coup, l'épithélium et les lames cornéennes sous-jacentes. On produit ainsi une plaie en surface, dont le fond est fortement éraillé. Quarante-huit heures après, l'animal est sacrifié. La cornée détachée est durcie par la liqueur de Flemming. On y fait ensuite des coupes que l'on colore, soit par le picrocarminate d'ammoniaque, soit par l'hématoxyline. On y voit que l'épithélium, à partir des bords de la plaie, en a gagné la surface. Il s'est étendu jusqu'au voisinage de son centre, mais en y laissant dénudée une petite partie qu'il n'a pas encore pu atteindre. Trois faits, parmi ceux que l'on observe dans ces préparations, me paraissent dignes d'attirer l'attention :

» 1° L'épithélium qui occupe la surface de la plaie présente les signes d'une multiplication cellulaire très active. On y observe, en effet, un certain nombre de noyaux qui montrent les diverses figures de la multiplication par division indirecte.

» 2° Des cellules épithéliales ont pénétré en grand nombre dans les lacunes ou éraillures de la surface résultant de l'arrachement des lames cornéennes superficielles. Ces cellules forment, par leur ensemble, des bourgeons diversement enchevêtrés qui rappellent ce que l'on observe dans les cancroïdes.

» 3° La partie centrale de la plaie, celle qui n'a pas encore été recouverte d'épithélium montre un nombre considérable de cellules lymphatiques. On croirait voir à ce niveau, dans le stroma de la cornée, un petit nodule purulent.

» Les cellules lymphatiques sont beaucoup moins nombreuses dans les régions voisines recouvertes d'épithélium, cependant depuis peu de temps. Il semble que ces cellules aient été refoulées peu à peu et contraintes de

s'accumuler dans la région dénudée. Je comprends cependant les choses un peu autrement, et je suis conduit à le faire par des expériences antérieures. J'ai en effet constaté, il y a longtemps déjà (voir mon *Traité technique d'Histologie*), que les cellules lymphatiques sont attirées par l'air. On dirait aujourd'hui que l'air a, sur les cellules lymphatiques, une action chimiotactique positive. Quoi qu'il en soit, mes anciennes expériences me semblent expliquer la nouvelle. En effet, si les leucocytes se concentrent dans les parties dénudées de la cornée, c'est que ces parties, n'étant plus protégées par le revêtement épithélial, se trouvent directement au contact de l'air atmosphérique.

» Si l'on examine maintenant avec un peu d'attention les cellules lymphatiques, accumulées dans la petite région du stroma de la cornée dépouillée de son épithélium, on remarque que la plupart de ces cellules sont claires, arrondies, limitées par un double contour et contiennent plusieurs petits noyaux. Ce sont là des globules de pus, comme je les ai décrits dans notre *Manuel d'Histologie pathologique*. Je les considérais alors comme des cellules lymphatiques mortes ou en voie de destruction. Depuis on a voulu faire des leucocytes polynucléés une espèce à part. Je n'en crois rien, parce que j'ai vu des leucocytes uninucléés se transformer, sous mes yeux, en leucocytes polynucléés.

» Sans rien changer à ce que j'ai soutenu jadis, je crois pouvoir ajouter aujourd'hui que les cellules ainsi modifiées ont abandonné au tissu avec lequel elles sont en contact une partie des substances nutritives qu'elles charriaient.

» Dans les plaies les plus simples de la cornée, celles qui résultent, par exemple, d'une seule incision, les cellules migratrices viennent de très bonne heure prendre part à l'action réparatrice. On en voit déjà un certain nombre dans les lèvres de la plaie, au bout de quatre heures. Quelques-unes d'entre elles arrivent jusqu'à la surface des sections, la dépassent même et tombent dans le liquide des larmes. Vingt heures plus tard, il y en a un nombre encore peu considérable. A ce moment, la solution de continuité est remplie de cellules épithéliales qui montrent tous les signes d'une suractivité nutritive. Elles sont grosses, chargées de suc, et leurs noyaux sont volumineux.

» Elles ne peuvent accomplir ce travail sans être abondamment nourries. Ce ne sont pas des vaisseaux qui peuvent leur apporter leur nourriture, puisqu'il n'y en a pas dans la cornée; ce ne sont pas non plus les canaux du suc, puisqu'il n'y en a pas davantage. On pourrait invoquer l'imbibi-

tion; elle me paraît insuffisante. Il me semble plus simple d'admettre que ce sont les cellules migratrices.

» Qu'on les observe dans les lèvres d'une plaie résultant d'une incision ou dans le fond d'une plaie en surface, les cellules lympathiques montrent toujours les mêmes caractères; elles ont perdu leur chromatine protoplasmique et leurs noyaux sont multiples. Souvent aussi leur protoplasma ayant été entièrement dissous, leurs noyaux sont mis en liberté. Ces noyaux libres sont isolés ou groupés comme on les voit dans les cellules encore entières. Il y en a un nombre très variable et, comme ce nombre me semble dépendre de l'intensité de l'inflammation, pour m'en convaincre, j'ai imaginé l'expérience suivante : on a passé en séton, dans les lames superficielles de la cornée, un fil de platine capillaire. Il est survenu de la conjonctivite et il s'est accumulé du muco-pus autour de la partie libre du fil métallique. Deux jours après on a sacrifié l'animal et fait des coupes de la cornée perpendiculaires au trajet du fil. On conçoit que, dans ces conditions, il se soit fait une grande infiltration de cellules lymphatiques dans le stroma de la cornée au voisinage du fil. Là où elles étaient en très grand nombre, serrées les unes auprès des autres, elles paraissaient mortes, et le picrocarminate les laissaient incolores. Un peu plus loin, on leur trouvait les caractères que j'ai indiqués plus haut. Enfin, il y avait parmi elles un très grand nombre de noyaux libres. Quant aux cellules conjonctives, cellules fixes de la cornée, elles étaient volumineuses, chargées de suc et très bien colorées par le carmin.

» Le nombre des noyaux des cellules lymphatiques, mis en liberté par la dissolution du corps cellulaire, paraît donc être en rapport avec l'intensité des phénomènes inflammatoires, comme je le pensais tout d'abord.

» Je ne crois pas du tout que les phénomènes que je viens de décrire appartiennent en propre à l'inflammation.

» Je suis convaincu que tous ces phénomènes, dits *inflammatoires*, ne sont que des phénomènes physiologiques; ils sont plus intenses seulement et sont, en quelque sorte, semblables à ceux que l'on observe dans le développement embryonnaire. C'est pour cela que j'enseigne depuis trente ans, et, je le crois, avec raison, que l'inflammation ramène les tissus à l'état embryonnaire.

» Au sein de l'organisme vivant et en pleine santé, il se détruit des cellules lymphatiques et leurs noyaux sont mis en liberté. Si on le voit plus aisément dans les tissus enflammés, c'est, sans doute, que la vie y étant plus intense et plus rapide, toute évolution y est mieux marquée.

» Les cellules migratrices, en cheminant au sein des tissus, peuvent donc leur abandonner une partie des substances qu'elles renferment, notamment leur cytochromatine; il arrive même que leur protoplasma tout entier se dissout et que les matériaux dont il est formé se répandent dans le plasma nutritif au sein duquel vivent les organes. Si les leucocytes absorbent des particules alimentaires, c'est sans doute pour se nourrir; mais ils peuvent aussi les abandonner après les avoir transportées plus ou moins loin. Ils vont dans toutes les parties du corps que les vaisseaux sanguins ne sauraient atteindre, la cornée par exemple. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à l'élection d'un Membre de la Section de Physique, en remplacement de feu M. *Fizeau*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 56,

M. Violle obtient	. . . .	33 suffrages,
M. Amagat »	. . . .	11 »
M. Gernez »	. . . .	7 »
M. Bouty »	. . . .	4 »
M. Blondlot »	. . . .	1 »

M. **Violle**, ayant obtenu la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu. Sa nomination sera soumise à l'approbation du Président de la République.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **de Heen** adresse, de Liège, deux Notes intitulées « Existence de rayons anodiques analogues aux rayons cathodiques » et « Photographie des radiations électriques du Soleil et de l'atmosphère solaire ».

M. **Breton** demande l'ouverture de deux plis cachetés, récemment déposés par lui, et relatifs, l'un à « l'emploi des courants alternatifs simples diphasés et triphasés à la production des rayons X », l'autre à une « ampoule radiographique à refroidissement de l'anticathode par un courant d'eau froide ».

M. DE SANDERVAL adresse une Note accompagnée de photographies obtenues au travers de plaques métalliques de diverses natures.

(Ces trois Notes sont renvoyées à la Commission des rayons Röntgen.)

M. A. GRABY adresse, de Malange (Jura), la description d'un procédé photographique permettant d'obtenir, sans passer par un cliché, des positifs en deux couleurs.

(Renvoi à la Section de Physique.)

CORRESPONDANCE.

M. le SECRÉTAIRE PERPÉTUEL signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, le premier numéro d'une publication nouvelle, sous le titre « Revue de Mécanique ». (Présenté par M. Haton de la Goupillière, président du Comité de rédaction.)

M. ED. BUREAU prie l'Académie de vouloir bien le comprendre parmi les candidats à la place actuellement vacante dans la Section de Botanique.

(Renvoi à la Section de Botanique.)

MÉCANIQUE ANALYTIQUE. — *Sur les intégrales quadratiques des équations de la Mécanique.* Note de M. LÉVI-CIVITA, présentée par M. Appell.

« M. Painlevé vient de découvrir une classe extrêmement remarquable de problèmes dynamiques, qui admettent des intégrales quadratiques en dehors de celle des forces vives. Le résultat obtenu par M. Painlevé, malgré sa grande généralité, est encore loin d'épuiser la question. Je demande à l'Académie la permission d'y revenir.

» Soit en variables canoniques x_i, p_i, $H \equiv \sum_{rs}^{n}{}_{1} a^{(rs)} p_r p_s$ une force vive, dont les géodésiques (j'envisage ce cas pour plus de netteté) admettent l'intégrale quadratique

$$H_1 \equiv \sum_{1}^{n}{}_{rs} \alpha^{(rs)} p_r p_s = \text{const.}$$

» Considérons l'équation $\|\alpha^{(rs)}-\rho a^{(rs)}\|=0$ de $n^{\text{ième}}$ degré en ρ et appelons $\rho_1,\ldots,\rho_{\nu_1},\rho_{\nu_1+1},\ldots,\rho_{\nu_2},\ldots,\rho_{\nu_{l-1}+1},\ldots,\rho_{\nu_l},\ldots,\rho_{\nu_{q-1}+1},\ldots,\rho_{\nu_q}\;(\nu_q=n)$ ses racines, en supposant que $\rho_1,\rho_2,\ldots,\rho_{\nu_1}$ et ainsi $\rho_{\nu_1+1},\rho_{\nu_1+2},\ldots,\rho_{\nu_2}\ldots$, soient égales entre elles, de façon que les racines distinctes soient au nombre de q.

» Il est bien connu qu'on peut toujours déterminer n^2 quantités $\lambda_h^{(r)}$ telles qu'en posant

$$\theta_l=\sum_{\nu_{l-1}+1}^{\nu_l}{}_h\left[\sum_1^n{}_r\lambda_h^{(r)}p_r\right]^2\qquad(l=1,2,\ldots,q)$$

on ait

$$\mathrm{H}=\sum_1^q{}_l\,\Theta_l,\qquad \mathrm{H}_1=\sum_1^q{}_l\,\rho_{\nu_l}\Theta_l.$$

» J'ai démontré que les conditions nécessaires et suffisantes pour que $\mathrm{H}_1=$ const. soit une intégrale quadratique des géodésiques de H sont en tous cas exprimées par

$$\text{(I)}\quad(\rho_h-\rho_i)\gamma_{hij}+(\rho_i-\rho_j)\gamma_{ijh}+(\rho_j-\rho_h)\gamma_{jhi}=0\quad(h,i,j=1,2,\ldots,n\ \text{et}\ h\gtrless i\gtrless j),$$

$$\text{(II)}\qquad\sum_1^n{}_r\frac{\partial\rho_h}{\partial x_r}\lambda_i^{(r)}=2(\rho_h-\rho_i)\gamma_{ihh}\qquad(h,i=1,2,\ldots,n),$$

où

$$2\gamma_{hij}=\sum_1^n{}_{rs}\left\{\frac{\partial\lambda_{h|r}}{\partial x_s}(\lambda_i^{(r)}\lambda_j^{(s)}-\lambda_j^{(r)}\lambda_i^{(s)})+\frac{\partial\lambda_{j|r}}{\partial x_s}(\lambda_i^{(r)}\lambda_h^{(s)}-\lambda_h^{(r)}\lambda_i^{(s)})+\frac{\partial\lambda_{i|r}}{\partial x_s}(\lambda_j^{(r)}\lambda_h^{(s)}-\lambda_h^{(r)}\lambda_j^{(s)})\right\},$$

$\lambda_{h|r}$ étant le mineur complémentaire de $\lambda_h^{(r)}$, dans le déterminant des $n^2\lambda$, divisé par ce même déterminant.

» Les systèmes (I), (II) peuvent s'intégrer complètement dans l'hypothèse particulière qu'il soit possible, par un choix convenable des variables canoniques x_i,p_i, réduire chaque Θ_l à ne contenir que $\nu_l-\nu_{l-1}$ des variables p_i. Les $\lambda_h^{(r)}$ se partagent alors en q groupes de $(\nu_l-\nu_{l-1})^2$ éléments, qui correspondent aux diverses Θ_l, et l'on a $\Theta_l=\sum_{\nu_{l-1}+1}^{\nu_l}{}_h\left\{\sum_{\nu_{l-1}+1}^{\nu_l}{}_r\lambda_h^{(r)}p_r\right\}^2$, ou, si l'on fait

$$\mathrm{K}_l^{(rs)}=\sum_{\nu_{l-1}+1}^{\nu_l}{}_r\lambda_h^{(r)}\lambda_h^{(s)}\qquad(l=1,2,\ldots,q;\,r,s=\nu_{l-1}+1,\ldots,\nu_l),$$

$$\Theta_l=\sum_{\nu_{l-1}+1}^{\nu_l}{}_{hs}\mathrm{K}_l^{(rs)}p_rp_s.$$

» La recherche des forces vives H, dont les géodésiques admettent une intégrale quadratique, se réduit, dans ce cas, à la détermination de la forme plus générale des fonctions $K_l^{(rs)}$, pour lesquelles soient satisfaites les équations (I), (II), d'où l'on ait éliminé les ρ.

» En appelant Δ_l le discriminant de θ_l et en posant $\Lambda_h = \Delta_l^{\frac{1}{\nu_l - \nu_{l-1}}}$ (où h peut prendre indifféremment toutes les valeurs, depuis $\nu_{l-1}+1$ jusqu'à ν_l), on peut donner au résultat de l'élimination la forme suivante

$$(1)\quad \left\{ \begin{array}{l} \dfrac{\partial^2 \Lambda_h}{\partial x_i \partial x_j} = \dfrac{1}{\Lambda_i}\dfrac{\partial \Lambda_i}{\partial x_j}\dfrac{\partial \Lambda_h}{\partial x_i} + \dfrac{1}{\Lambda_j}\dfrac{\partial \Lambda_j}{\partial x_i}\dfrac{\partial \Lambda_h}{\partial x_j} \\ (h = 1, 2, \ldots, n;\ \text{ou, ce qui suffit, } h = \nu_1, \nu_2, \ldots, \nu_q) \end{array} \right.$$

pour tous les couples i, j qui n'appartiennent pas au même intervalle; et, en outre,

$$(2)\qquad \frac{\partial \log K_l^{(rs)}}{\partial x_i} = \frac{1}{\nu_l - \nu_{l-1}} \frac{\partial \log \Delta_l}{\partial x_i},$$

pour toutes les valeurs de i, qui ne sont pas comprises dans l'intervalle $(\nu_{l-1}+1, \nu_l)$.

» Si l'on suppose, ce qui est toujours permis, que l'intégrale générale de (1) soit définie par q équations de la forme

$$\sum_1^q {}_l \Lambda_{\nu_l} \varphi_l^m = \text{const.} \qquad (m = 1, 2, \ldots, q),$$

on reconnaît aisément que les φ_l^m doivent être de la forme signalée par M. Painlevé, et, à cause des équations (2), on retrouve nécessairement les forces vives construites par cet auteur.

» Mais les système (I), (II) comportent bien d'autres solutions. Soit par exemple $q = n$; l'existence d'un système de variables x_i, p_i, propres à réduire chaque θ_l à la forme $K_l p_l^2$, est caractérisée, d'après M. Ricci, par ce fait qus $\gamma_{hij} = 0\ (h \gtrless i \gtrless j)$. Or, il n'est pas indispensable qu'il en soit ainsi pour satisfaire à (I), (II). Il suffit de considérer la force vive

$$H \equiv \mathcal{A} p^2 + \mathcal{B} q^2 + \mathcal{C} r^2$$

d'un corps solide, ayant un point fixe; lorsque le moment résultant des forces extérieures, par rapport à ce point, est nul, ce qui correspond aux géodésiques de la force vive, il existe l'intégrale

$$H_1 \equiv \mathcal{A}^2 p^2 + \mathcal{B}^2 q^2 + \mathcal{C}^2 r^2 = \text{const.},$$

et l'on a, en supposant les moments d'inertie distincts, $n = q = 3$, $\rho_1 = \mathcal{A}$, $\rho_2 = \mathcal{B}$, $\rho_3 = \mathcal{C}$. En vertu de la propriété invariante de l'équation

$$\| \alpha^{(rs)} - \rho a^{(rs)} \| = 0,$$

si le couple H, H_1 rentre dans ceux de M. Painlevé, il devrait appartenir à la première classe ($q = n$), c'est-à-dire être réductible à la forme de M. Stäckel, ou bien encore avoir les invariants γ_{123}, γ_{231}, γ_{312} tous nuls. Voilà précisément ce qui n'arrive pas, car en exprimant H, H_1 au moyen des angles d'Euler θ, φ, Ψ, on trouve

$$\gamma_{123} = -\gamma_{213} = \frac{\sin\theta}{2}\left(\frac{1}{\mathcal{A}} + \frac{1}{\mathcal{B}} - \frac{1}{\mathcal{C}}\right),$$
$$\gamma_{231} = -\gamma_{321} = \frac{\sin\theta}{2}\left(\frac{1}{\mathcal{A}} + \frac{1}{\mathcal{B}} + \frac{1}{\mathcal{C}}\right),$$
$$\gamma_{312} = -\gamma_{132} = \frac{\sin\theta}{2}\left(\frac{1}{\mathcal{A}} - \frac{1}{\mathcal{B}} + \frac{1}{\mathcal{C}}\right).$$

» D'après ces remarques, la recherche de tous les cas où un problème de Mécanique admet une intégrale quadratique paraît une question trop compliquée pour qu'on puisse espérer en trouver prochainement une solution définitive. »

Remarque sur la Communication précédente de M. Levi-Civita; par M. **Appell.**

« Les forces vives, indiquées par M. Painlevé dans sa Communication du 24 janvier 1897, comprennent notamment les forces vives de la forme

$$(1)\quad \begin{cases} T = [\varphi(x_1, \ldots, x_i) + \psi(x_{i+1}, \ldots, x_n)] \\ \qquad \times [\tau_1(x'_1, \ldots, x'_i; x_1, \ldots, x_i) + \tau_2(x'_{i+1}, \ldots, x'_n; x_{i+1}, \ldots, x_n)], \end{cases}$$

et ces dernières renferment toutes les forces vives qui comportent une transformation infinitésimale en elles-mêmes. La force vive d'un solide fixé par un point, citée par M. Civita, possède trois transformations infinitésimales distinctes; elle est donc réductible d'une infinité de manières à la forme (1).

» On ne connaît jusqu'ici aucun type de ds^2, dont les géodésiques possèdent une intégrale quadratique, et qui ne soit pas réductible, par un choix convenable des variables, aux ds^2 indiqués par M. Painlevé. Il serait intéressant de former des exemples de tels ds^2, s'il en existe. »

ASTRONOMIE. — *Sur la formation du système solaire.* Note de M. du Ligondès, présentée par M. Callandreau.

« Les belles théories cosmogoniques que M. Faye a publiées, après qu'il eût montré l'insuffisance de l'hypothèse de Laplace, ont soulevé, de la part de M. Wolf, quelques objections auxquelles il n'a encore été fait aucune réponse. Ces objections peuvent se résumer comme il suit : 1° difficulté de comprendre comment la matière d'un anneau a pu se rassembler en une planète unique; 2° explication, encore à chercher, de l'obliquité des axes de rotation des planètes; 3° insuffisance, au dire des géologues, de la quantité de chaleur engendrée dans la formation du globe terrestre.

» J'ai pensé qu'il était possible, à la fois, de supprimer ces objections et de donner plus de développements à la théorie, en simplifiant encore le point de départ déjà si simple de M. Faye.

» J'ai fait une distinction entre la forme circulaire des mouvements planétaires et le sens, aujourd'hui entièrement direct, de ces mouvements. Le premier phénomène nous apprend, dit M. Faye, que les planètes ont dû prendre naissance à l'intérieur d'une nébuleuse, primitivement à peu près ronde et grossièrement homogène. Mais le sens unique des mouvements planétaires peut n'être pas primordial et résulter, par exemple, du rassemblement ultérieur d'une partie des matériaux de la nébuleuse dans son plan de symétrie. Le calcul montre, en effet, que, si l'on ramène cette nébuleuse à ses dimensions premières, à l'époque où, lambeau détaché d'un chaos général extrêmement rare occupant tout l'espace interstellaire, elle s'étendait jusqu'aux limites d'attraction du Soleil actuel, la circulation des molécules devait se faire en proportions presque égales dans tous les sens. J'ai donc admis simplement que, dans la région du chaos occupée anciennement par les matériaux du monde solaire, la distribution et la circulation des éléments étaient à peu près symétriques dans toutes les directions; à cause de cette symétrie approchée, la nébuleuse solaire s'est détachée du chaos sous la forme d'un sphéroïde.

» Mais, si l'on donne à ce sphéroïde un aplatissement primordial quelconque, on voit que le résultat de la condensation est de produire une augmentation presque indéfinie d'aplatissement. L'analyse montre que la concentration des molécules a pour effet d'augmenter la pesanteur pour les points situés près du pôle et de la diminuer pour ceux qui avoisinent

l'équateur. Cette variation occasionne déjà un allongement relatif des orbites des molécules dans le plan équatorial. La déformation des orbites produit, à son tour, dans la circulation, une gêne plus grande auprès du pôle qu'à l'équateur, et les molécules arrêtées dans leur marche au voisinage du pôle tombent plus vite au centre que celles qui viennent des régions équatoriales.

» En même temps, les molécules se partagent en deux groupes : d'une part, celles qui, décrivant primitivement des ellipses allongées, se croisent en tous sens et paraissent devoir aboutir finalement au centre ; d'autre part, celles qui peuvent prendre et conserver un mouvement circulaire. Celles-ci se groupent en amas distribués d'abord un peu partout à l'intérieur de la nébuleuse. Puis, à mesure qu'augmente l'aplatissement, la formation de ces amas se localise dans une région de plus en plus étroite, de part et d'autre de l'équateur. La plupart de ces amas se réunissent ensuite, par attraction mutuelle, sous forme d'anneaux, dans le plan même de l'équateur. Alors s'établit, entre les deux circulations contraires, une collision qui se termine nécessairement par la disparition de la plus faible et par la réunion en un seul globe de toute la matière d'un même anneau.

» Avant de se transformer ainsi, ces anneaux concentriques constituaient, il est vrai, une sorte de disque, en apparence continu, et ils auraient dû, semble-t-il, donner naissance à une multitude de corpuscules planétaires circulant à toutes distances du Soleil. Mais, par suite des variations de la pesanteur interne, des maximums de densité, déterminant des couronnes circulaires, se forment sur le disque. Ces maximums s'accroissent par suite de la tendance des amas à se porter toujours vers les régions plus denses, et le disque se trouve ainsi partagé en anneaux distincts séparés par des intervalles d'autant plus grands que ces anneaux sont, eux-mêmes, plus éloignés du centre. Ainsi s'expliquent la formation des planètes et la loi qui régit leurs distances au Soleil.

» Les globes planétaires, engendrés par l'agglomération d'amas qui circulaient primitivement dans des plans diversement inclinés sur le plan de symétrie de la nébuleuse, ne pouvaient manquer de tourner autour d'axes obliques par rapport à ce dernier plan. La valeur de cette obliquité dépend, à la fois, pour chaque planète, de son ancienneté et de sa distance au Soleil. La théorie met en évidence l'influence de ces deux causes.

» Un point capital de la nouvelle hypothèse, c'est la transformation en chaleur de toute la force vive anéantie dans la disparition de la circulation rétrograde. L'objection faite à la théorie de M. Faye, de ne pouvoir fournir

aux périodes géologiques plus de 20 à 30 millions d'années, va se trouver écartée; la chaleur de formation de la Terre est plus que quintuplée, et nous croyons qu'elle est suffisante pour satisfaire les géologues, même les plus exigeants [1]. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Enregistrement du pliage dans l'essai des métaux.* Note de M. **Ch. Fremont**, présentée par M. Maurice Lévy.

« L'enregistrement des différentes phases de l'essai des métaux par pliage constitue une méthode qui permet de tirer des indications beaucoup plus précises sur la nature du métal que celles obtenues par les moyens employés jusqu'ici. On se contente, en effet, de noter, à l'apparition des criques, l'angle qui résulte du pliage de l'éprouvette. L'influence de l'habileté de l'ouvrier, l'incertitude dans la distinction des criques et des gerçures, le manque d'indication des phénomènes successifs d'allongements élastiques, permanents, de striction, etc., sont autant de causes qui rendent incomparables entre eux les résultats obtenus. Il est donc nécessaire d'enregistrer pratiquement cette suite de phénomènes; or, le procédé d'enregistrement du diagramme du poinçonnage, que j'ai indiqué dans ma Note présentée à l'Académie le 10 décembre 1894, est applicable à l'enregistrement du diagramme par pliage.

» En remplaçant : 1° le poinçon cylindrique ordinaire par un poinçon P, terminé en forme de couteau (*fig.* 1), de largeur excédant légèrement celle de l'éprouvette à essayer, E; 2° la matrice circulaire habituelle par deux mordaches parallèles, M, M, dont l'écartement variable est égal à l'épaisseur du poinçon P, plus deux fois l'épaisseur de l'éprouvette E, on obtient ainsi un appareil de pliage simple et pratique; il suffit de rendre les extrémités des mordaches et du poinçon assez mousses pour ne pas entamer sensiblement le métal sous l'effet de la pression.

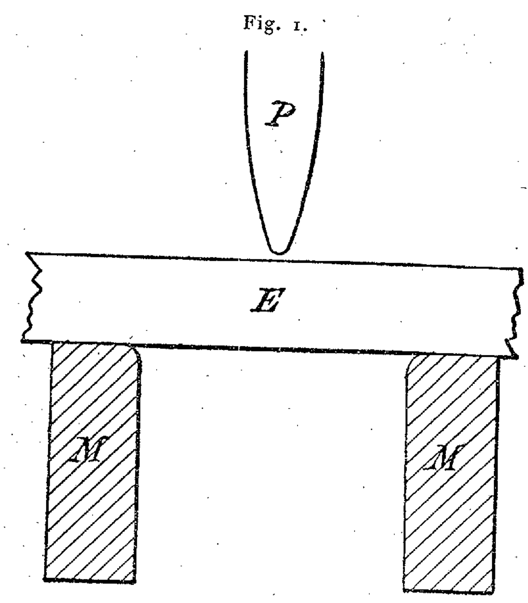
» La *fig.* 2 représente les deux diagrammes provenant du pliage des deux tôles, dont les repères avaient été accidentellement effacés; l'une de ces tôles était destinée

---

(1) Ces considérations, que j'ai dû me contenter de résumer brièvement, et quelques autres, non moins importantes, sur la formation des satellites, des anneaux de Saturne, des comètes et des étoiles filantes, sont développées dans un Ouvrage que je viens de publier sous le titre de *Formation mécanique du système du Monde* (Paris, Gauthier-Villars et fils, 1 vol. in-8; 1897).

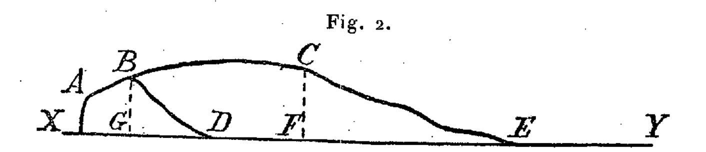
à entrer dans la confection d'un générateur de vapeur et l'autre dans l'exécution d'un réservoir.

Fig. 1.



» La différence a été de suite et très sûrement établie. La courbe ABD a indiqué, en abscisses, un allongement et une striction presque nuls : c'est la tôle à réservoir,

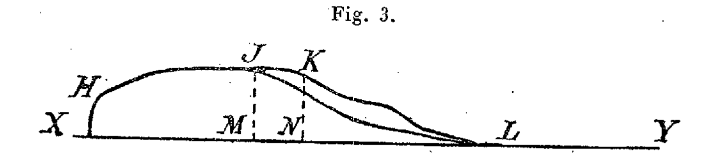
Fig. 2.



classée dans le commerce sous le n° 2; la courbe ABCE a indiqué un allongement et une striction plus importants : c'est la tôle de qualité n° 4.

» La *fig.* 3 montre les résultats de deux essais successifs en deux points différents

Fig. 3.



d'une tôle n° 4, pliée d'abord sur une face et ensuite sur l'autre. Les couvertes du paquet de ferraille qui a servi à fabriquer cette tôle ont donné des mises de ductilité différente. »

CRISTALLOGRAPHIE. — *Nouveau mode de production de cristaux transparents.* Note de M. Ch. de Watteville, présentée par M. Lippmann.

« Si, pendant sa croissance, on anime un cristal d'un mouvement de rotation sur lui-même, il prend une transparence et un éclat analogues à ceux des pierres précieuses taillées, quel que soit l'axe du cristal au voisinage duquel s'opère la rotation.

» Le mouvement paraît n'avoir d'influence sur le développement relatif des faces que s'il est très rapide et le liquide très concentré. En opérant, par exemple, sur une solution d'alun saturée au-dessus de 50° et avec une vitesse de plusieurs tours par seconde, on voit disparaître successivement, par ordre de densité réticulaire croissante, les faces du dodécaèdre et celles du cube que présente le cristal au début de l'opération; celles de l'octaèdre, de densité maxima, subsistent seules. Je me propose, d'ailleurs, de continuer des expériences sur ce point.

» Voici comment l'on opère :

» Le cristal, aussi petit que possible, est fixé par un nœud simple fait dans un cheveu dont l'une des extrémités est attachée à celle d'un axe vertical pouvant être animé d'un mouvement de rotation, l'autre portant un petit contrepoids de platine ou d'autre matière destiné à maintenir le nœud fermé. La présence de ce poids paraît, en outre, favoriser la limpidité, en faisant en quelque sorte du cheveu un axe rigide (les cristaux obtenus lorsqu'on le supprime, au début de la cristallisation, sont généralement moins purs que si on le maintient jusqu'à la fin de l'opération).

» On fait dissoudre dans l'eau distillée une quantité du sel étudié telle qu'il s'en trouve un excès pour la température de l'eau courante où elle sera placée pendant toute la durée de l'expérience. On décante le liquide lorsque le dépôt du sel est complet, puis, dans une fraction de cette solution exactement saturée, on fait dissoudre une faible quantité de sel. On connaît ainsi parfaitement le degré de sursaturation du liquide. On y plonge le cristal qui accomplit sur lui-même une rotation d'environ un à deux tours par seconde. Au bout de vingt-quatre heures, on sépare de nouveau le liquide des quelques cristaux formés au fond du vase et on le sursature de la même façon. En trois jours, on peut obtenir des cristaux d'alun présentant déjà une arête d'un centimètre.

» J'ai obtenu des résultats particulièrement satisfaisants avec les aluns de potasse, d'ammoniaque, etc., le sulfate de cuivre et le chlorate de soude. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur le chlorure de pyrosulfuryle.* Note de M. A. BESSON, présentée par M. Troost.

« Plusieurs chimistes se sont occupés du chlorure de pyrosulfuryle $S^2O^5Cl^2$, mais ne sont pas tombés d'accord sur le point d'ébullition qu'il convenait d'attribuer à ce corps; les nombres donnés sont presque tous compris entre 140° et 150°. Ces divergences tiennent à la difficulté qu'on éprouve à obtenir ce corps à l'état de pureté; les principales impuretés qui le souillent et qui peuvent provenir, soit de la préparation même de ce corps, soit d'une distillation trop brusque qui le décompose partiellement, sont : le chlore, les anhydrides sulfureux et sulfurique et enfin la chlorhydrine sulfurique. Les deux premiers de ces corps seront toujours faciles à éliminer par distillation, mais il n'en est pas de même des deux autres. Notons d'abord qu'un fractionnement proprement dit de $S^2O^5Cl^2$ avec des tubes à boules ou autres appareils analogues est impossible à la pression ordinaire, à cause du peu de stabilité de ce corps; à la température à laquelle il faut le porter pour lui faire traverser les appareils à fractionnement, il est décomposé partiellement en Cl, SO^2, SO^3, ce dernier attaquant tous les raccords en caoutchouc, les bouchons, etc. Mais un semblable fractionnement sera possible sous pression réduite et pourra conduire à la préparation d'un produit à peu près pur; j'ai fixé le point d'ébullition de $S^2O^5Cl^2$ sous pression de $1^{cm},5$ à 53° et celui de la chlorhydrine sulfurique, impureté dont il est le plus difficile à séparer, à 65° sous la même pression.

» Il est une autre purification d'ordre chimique qui permet d'obtenir facilement un produit pur. Le chlore, que l'on peut enlever par distillation, peut s'éliminer, s'il n'y en a pas une trop grande quantité, par agitation avec du mercure qui ne réagit pas à froid sur $S^2O^5Cl^2$; cependant il convient d'éviter une élévation de température trop considérable, car, si l'on chauffe au bain-marie, le mercure commence à réagir sur $S^2O^5Cl^2$ vers 60°; il s'empare de Cl et met en liberté SO^2 et SO^3. A 100°, en tube scellé, la réaction est plus complète encore et donne comme seul produit volatil SO^2; SO^3 a été détruit à son tour par le mercure avec formation de sulfate et SO^2.

» L'élimination de l'anhydride et de la chlorhydrine sulfuriques, impuretés qui sont, à proprement parler, les seules qu'il soit difficile d'éli-

miner, peut se faire simultanément par addition de perchlorure de phosphore qui réagit sur ces corps en vertu des réactions

$$2SO^3 + PCl^5 = S^2O^5Cl^2 + POCl^3 \quad \text{(Rose)},$$

$$2\left\{ SO^2 \begin{matrix} \diagup OH \\ \diagdown Cl \end{matrix} \right\} + PCl^5 = S^2O^5Cl^2 + POCl^3 + 2HCl \quad \text{(Geuther)}.$$

» L'acide chlorhydrique se dégage à froid; quand le dégagement de vapeurs se ralentit, on ajoute un petit excès de PCl^5 et l'on chauffe au bain-marie pour détruire les dernières traces de SO^3 et de chlorhydrine. En même temps, l'excès de PCl^5 se trouve ramené à l'état de $POCl^3$, en réagissant à chaud sur $S^2O^5Cl^2$, réaction qui se fait, non seulement avec dégagement de Cl et SO^2 (Michaelis), mais encore avec production de chlorure de thionyle $SOCl^2$, comme je l'ai vérifié. Quand la réaction est terminée, on arrive à séparer par une seule distillation les produits plus volatils Cl, SO^2, $SOCl^2$ ($e = 78°$), $POCl^3$ ($e = 107°$) du chlorure de pyrosulfuryle que l'on obtient ainsi à l'état de pureté.

» Le chlorure de pyrosulfuryle pur distille à 142°-143°, sous pression de 765^{mm}, se solidifie quand on le refroidit énergiquement, et le solide blanc cristallin formé fond à — 39°.

» La chlorhydrine sulfurique pure distille à 152°, sous pression de 765^{mm}, ne se solidifie pas dans un mélange d'acide carbonique solide et d'éther, alors que le thermomètre, plongé dans le liquide à solidifier, marque — 75°. Bien que le point d'ébullition de $S^2O^5Cl^2$ soit assez élevé, ce corps est déjà sensiblement volatil vers 50° et se laisse entraîner à cette température par des courants très lents de gaz CO^2 ou SO^2 secs.

» Le chlorure de pyrosulfuryle renferme les éléments de l'anhydride sulfurique et du chlorure de sulfuryle $\left\{ \begin{matrix} SO^2 — Cl \\ \quad > O \\ SO^2 — Cl \end{matrix} \right\}$, mais je n'ai pu l'obtenir par union de ces deux corps, soit en exposant la solution de SO^3 dans SO^2Cl^2 aux rayons solaires pendant tout l'été 1896, soit en la chauffant pendant plusieurs jours vers 100°.

» Le gaz bromhydrique sec réagit sur $S^2O^5Cl^2$ chauffé au bain-marie, vers 50° et la réaction peut se formuler à l'aide des deux équations

$$\left\{ \begin{array}{l} S^2O^5Cl^2 + 2HBr = SO^3 + SO^2 + 2HCl + 2Br, \\ S^2O^5Cl^2 + 2HBr = SO^2 \begin{matrix} \diagup Cl \\ \diagdown OH \end{matrix} + SO^2 + HCl + 2Br. \end{array} \right.$$

» Si l'on pousse à fond l'action de HBr, il réagit à son tour sur la chlor-

hydrine sulfurique d'abord formée, et l'on trouve de l'acide sulfurique comme produit final de la réaction

$$2\left\{SO^2\begin{matrix}\diagup Cl\\ \diagdown OH\end{matrix}\right\} + 2HBr = 2HCl + SO^2 + 2Br + SO^4H^2.$$

» On éprouve quelque difficulté à séparer les produits de la réaction, représentée par les deux premières équations, à cause de la facilité avec laquelle $S^2O^5Cl^2$ se laisse entraîner dans la distillation par d'autres corps volatils, et en particulier par SO^3 ; cette circonstance avait fait penser à Armstrong qu'il existait, dans les produits de décomposition pyrogénée de $S^2O^5Cl^2$, une combinaison de SO^3 avec $S^2O^5Cl^2$, mais je conclus des nombreuses expériences que j'ai faites, à ce sujet, qu'il ne s'agit que d'un simple entraînement physique.

» L'acide iodhydrique sec réagit sur $S^2O^5Cl^2$ déjà au sein d'un mélange réfrigérant de glace et de sel, et les produits de la réaction sont tels, qu'on pourrait écrire deux équations analogues aux deux premières relatives à l'action de HBr; on constate, de plus, la formation d'hydrogène sulfuré qui se dégage, et de S libre, qui reste englobé dans le magma d'iode formé.

» L'hydrogène sulfuré sec dissous à froid dans $S^2O^5Cl^2$ réagit sur lui lentement à froid en tube scellé ; il y a dépôt de soufre, et la réaction principale peut se formuler

$$S^2O^5Cl^2 + H^2S = S + 2HCl + SO^3 + SO^2.$$

» La réaction suivante, secondaire à froid, devient prépondérante et même exclusive à chaud :

$$3S^2O^5Cl^2 + 2H^2S = S^2Cl^2 + HCl + 3SO^2 + 3\left\{SO^2\begin{matrix}\diagup Cl\\ \diagdown OH\end{matrix}\right\}.$$

» L'hydrogène phosphoré gazeux sec réagit, à la température ordinaire (10° environ), sur $S^2O^5Cl^2$ avec dégagement de HCl, SO^2 et dépôt d'un enduit de sulfure P^4S^3. Le liquide restant renferme $S^2O^5Cl^2$ en excès, de la chlorhydrine sulfurique formée dans la réaction et, lorsque ces corps ont été chassés à 100° dans le vide, il reste un liquide sirupeux qui présente les réactions caractéristiques de l'acide métaphosphorique (1). »

---

(1) Laboratoire de Chimie de l'Université de Caen.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Anéthol et homologues de l'anethol.* Note de MM. **Ch. Moureu** et **A. Chauvet**, présentée par M. H. Moissan.

« En soumettant à la distillation sèche l'acide méthylparapropiocoumarique, Perkin a obtenu, avec départ d'acide carbonique, le propénylanisol, composé identique à l'anéthol des essences d'anis, de fenouil, etc.

$$\underbrace{C^6H^4\left\langle\begin{array}{l}OCH^3\ (1)\\ CH = \underset{\displaystyle CO^2H}{\underset{|}{C}} - CH^3\ (4)\end{array}\right.}_{\text{Acide méthylparapropiocoumarique.}} = CO^2 + \underbrace{C^6H^4\left\langle\begin{array}{l}OCH^3\ (1)\\ CH = CH - CH^3\ (4).\end{array}\right.}_{\text{Parapropénylanisol ou anéthol naturel.}}$$

» Cette belle synthèse, qui établit d'une façon indiscutable la constitution de l'*anéthol*, peut être effectuée plus simplement de la façon suivante :

» Quand on prépare l'acide méthylparapropiocoumarique en chauffant un mélange d'aldéhyde anisique, d'anhydride propionique et de propionate de soude sec, nous avons remarqué qu'il suffit d'élever la température jusqu'au point d'ébullition du mélange réagissant (bain d'huile à 200° pour un mélange à poids égaux des trois substances), pour observer aussitôt un abondant dégagement de gaz carbonique. En même temps, il se développe une odeur d'anéthol, qui apparaît surtout nettement quand on chauffe une prise d'essai pendant quelques minutes avec de la soude étendue. Le dégagement gazeux, avec formation d'anéthol, provient de la décomposition de l'acide non saturé, qui s'effectue ainsi dans d'excellentes conditions et avec de bons rendements. A la fin de l'opération, lorsque le dégagement gazeux a complètement cessé (il faut environ cinq ou six heures), on ne retrouve que peu d'acide non saturé ayant échappé à la décomposition. Quant à l'anéthol qui a pris naissance, on l'entraîne dans un courant de vapeur d'eau. L'huile ainsi obtenue est lavée à la soude étendue, agitée pendant plusieurs jours en solution éthérée avec du bisulfite de soude, qui élimine l'aldéhyde en excès, et finalement rectifiée par distillation. On recueille, entre 229° et 231° (non corr.), un produit qui est identique, par toutes ses propriétés physiques et chimiques, avec l'anéthol naturel (H pour 100, 8,61; C pour 100, 80,53. Calculé : H pour 100, 8,11; C pour 100, 81,08.

» Nous avons pu généraliser cette méthode, et préparer notamment,

avec la plus grande facilité, deux homologues de l'anéthol, le parabuténylanisol et le para-isopenténylanisol.

» Le *parabuténylanisol* $C^6H^4\langle\begin{smallmatrix}OCH^3\ (1)\\ CH = CH - CH^2 - CH^3\ (4)\end{smallmatrix}$ a été obtenu en chauffant un mélange d'aldéhyde anisique, d'anhydride butyrique et de butyrate de soude sec. C'est une huile à odeur franche d'anis, qui distille entre 244° et 247° (non corr.). Soumise à l'influence d'un mélange réfrigérant, elle se solidifie aussitôt, pour se liquéfier de nouveau quand on laisse la température s'élever spontanément. La fusion est complète à 16°. Le produit absorbe immédiatement le brome, à 0° et en solution, dans le sulfure de carbone, sans dégagement d'acide bromhydrique (H pour 100, 8,97; C pour 100, 81,19. Calculé : H pour 100, 8,6; C pour 100, 81,4).

» L'acide non saturé correspondant ou acide méthylparabutyrocoumarique

$$C^6H^4\left\langle\begin{array}{l}OCH^3\ (1)\\ CH = \underset{\displaystyle CO^2H}{\underset{|}{C}} - CH^2 - CH^3\ (4)\end{array}\right.$$

fond à 129°-5-131 (H pour 100, 7,3; C pour 100, 69,9. Calculé : H pour 100, 6,8; C pour 100, 69,9).

» Cet acide a déjà été décrit par Perkin, qui donne, comme point de fusion, 123°. En traitant par le carbonate de soude le composé d'addition qu'il fournit avec l'acide iodhydrique, le même auteur ([1]) a obtenu un buténylanisol fusible à 17° et distillant à 243°-245°. Notre produit et celui du savant anglais, quoique préparés par des voies différentes, sont donc identiques.

» Nous avons préparé de même le *para-isopenténylanisol*

$$C^6H^4\left\langle\begin{array}{l}OCH^3\ (1)\\ CH = CH - CH\left\langle\begin{array}{l}CH^3\\ CH^3\ (4)\end{array}\right.\end{array}\right.$$

en chauffant un mélange d'aldéhyde anisique, d'adéhyde isovalérique et de valérate de soude préalablement fondu et pulvérisé. Comme ses homologues inférieurs, ce composé sent nettement l'anis. Il distille, après rectification, entre 248° et 251° (non corr.). Il nous a été impossible de le solidifier, même en le refroidissant à — 23° au moyen du chlorure de méthyle. $D_0^0 = 0,977$. A 0° et en solution sulfocarbonique, il absorbe immédiatement le brome, sans dégagement d'acide bromhydrique. (H pour 100, 9,2; C pour 100, 81,33. — Calc. H pour 100, 9,09; C pour 100, 81,81).

» Les portions bouillant entre 245° et 248°, qui sentent également l'anis, ont sensiblement la même composition (H pour 100, 9,3 et 9,15; C pour 100, 80,5 et 80,5).

» Quant à l'acide non saturé, qui a dû prendre momentanément naissance, on n'en a retrouvé que des traces parmi les produits de la réaction, la presque totalité ayant subi la décomposition avec perte d'acide carbonique.

([1]) *Chem. Soc.;* 1877.

» *Remarque*. — L'anéthol et les deux homologues que nous venons d'étudier possèdent une odeur franche d'anis. Il en est de même d'un isomère du buténylanisol, qui a été obtenu par Perkin avec l'aldéhyde anisique, l'anhydride isobutyrique et le butyrate de soude [1]. Cette propriété, spéciale à l'anéthol et à ses homologues, est due : 1° à la position en para, dans la molécule de ces composés, de la chaîne hydrocarbonée par rapport au groupement OCH^3; 2° à la structure particulière de cette chaîne non saturée $-CH=CH-R$. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le ferment soluble oxydant de la casse des vins.* Note de M. **P. Cazeneuve**, présentée par M. Friedel.

« L'attention des biologistes est appelée depuis quelque temps sur les ferments solubles oxydants rencontrés dans la nature végétale. Les travaux intéressants de M. Bourquelot, sur les ferments oxydants des champignons, de M. G. Bertrand, sur la laccase de l'arbre à laque, ont apporté sur ces ferments spéciaux des notions précises d'une réelle portée au point de vue de la Physiologie générale [2].

» La maladie désignée sous le nom de *casse des vins*, qui se traduit nettement par l'oxydation rapide au contact de l'air de la matière colorante rouge du vin avec jaunissement et insolubilisation, a été attribuée, par M. Gouiraud, à l'action d'une diastase, sans dire si elle était oxydante [3]. M. Martinaud a reconnu que les raisins mûrs renferment constamment un ferment oxydant ou oxydase [4], fait confirmé par Tolomei [5]. Enfin, M. G. Bertrand est porté à confondre avec la laccase ce ferment oxydant des vins, sans cependant en avoir fait une étude spéciale [6].

» Ayant eu l'occasion récente d'examiner 300^{hlit} de vin de Beaujolais, subissant rapidement au contact de l'air le phénomène de la casse, j'en ai

(1) *Chem. Soc.*, t. XXXV, p. 145.

(2) *Bulletin de la Société chimique*, 1894, 1895, 1896; et *Bulletin de la Société de Biologie*, mêmes années.

(3) *Comptes rendus*, t. CXX, p. 887; 1895.

(4) *Comptes rendus*, t. CXX, p. 1426; 1895.

(5) *Atti Acc. Lincei*, 1er semestre, p. 52; 1896.

(6) *Actualités chimiques*, t. I, n° 4, p. 209.

profité pour rechercher l'oxydase, cause déterminante du phénomène et en étudier les propriétés.

» Le vin a été précipité par un excès d'alcool fort. Le précipité, en partie gommeux, a été repris par l'eau distillée qui a donné une solution opaline d'ailleurs incolore. Un traitement nouveau par l'alcool donne un précipité sensiblement blanc, qu'on recueille rapidement et qu'on fait dessécher dans le vide. Ce précipité est en grande partie constitué par la gomme normale du vin, imprégnée d'oxydase.

» Sa solution aqueuse présente les propriétés fondamentales de la laccase, bien qu'il soit prématuré d'identifier cette oxydase du vin, que j'appellerai *œnoxydase,* avec la laccase de l'arbre à laque.

» L'œnoxydase agit sur le vin à une température même inférieure à 0°. Elle n'est pas instantanément détruite à 65°, mais entre 70° et 75°.

» Elle bleuit rapidement la teinture de Gayac. Elle oxyde toutes les matières colorantes des vins des divers cépages. Mais les matières colorantes des vins d'Espagne et de Turquie sont plus résistantes que le principe colorant rouge de nos vins du pays.

» L'œnoxydase se comporte avec les polyphénols comme la laccase. Expérimentée sur la pyrocatéchine, la résorcine, l'hydroquinone, elle oxyde plus rapidement le corps *ortho* que le *para* et ce dernier que le *méta.* L'hydroquinone donne, en solution à 1 pour 100, une magnifique cristallisation de quinhydrone. Le pyrogallol donne régulièrement de la purpurogalline.

» Les acides gallique, protocatéchique s'oxydent nettement, ainsi que l'hexaphénol et les amidophénols. La règle d'oxydabilité de ces corps liée à leur constitution ortho, méta ou para, reconnue pour la laccase, se retrouve dans l'action de l'œnoxydase.

» Les agents chimiques phénoliques, qui passent pour conservateurs des vins, n'ont pas d'action atténuante ou annihilante. Le salicylate de soude, le sulfonaphtolate de chaux (asaprol ou abrastol), à la dose de 2^{gr} par litre, n'empêchent pas l'action de l'œnoxydase sur le vin. Je n'ai pas recherché si ces corps phénoliques subissaient, au contraire, eux-mêmes une altération.

» Le phosphate tricalcique, le phosphate bicalcique, additionnés d'acide tartrique dans la proportion d'un quart de son poids, n'entravent pas ou entravent faiblement l'action sur le vin de l'œnoxydase. L'expérience a été faite à la dose de 2^{gr} de phosphates calciques par litre de vin.

» L'acide sulfureux à doses faibles paralyse ou détruit l'œnoxydase. De $0^{gr},01$ à $0^{gr},08$ par litre suivant la richessse du vin en oxydase, la casse est sûrement entravée d'une façon durable. Dès 1894, M. Bouffard, de Montpellier, a reconnu cette action incontestable, devenue dans la pratique un remède d'une efficacité non douteuse, comme j'ai pu m'en assurer.

» J'ajoute que des études comparatives, que j'ai faites l'été 1896 sur divers vignobles, me donnent à penser que l'abondance de l'œnoxydase dans les vins de Beaujolais, l'année dernière, est due à des conditions

végétatives particulières qui ont favorisé la formation abondante de ce ferment dans le raisin, bien plutôt que l'apparition sur ce fruit de parasites cryptogamiques sécréteurs de cette oxydase. Il est indubitable, à ce propos, que les jeunes vignes américaines greffées ont donné un vin plus riche en oxydase que les vieilles vignes françaises conservées par le sulfure. Les moisissures et, entre autres, le *Botrytis cinerea*, qui avaient envahi toutes les vignes indifféremment, auraient dû infecter les moûts semblablement, si elles étaient la source de ce ferment oxydant, comme le suppose M. Laborde (1). Mes observations infirment cette conclusion, du moins, dans ce qu'elle peut avoir d'absolu. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur la recherche des colorants de la houille dans les vins blancs et la différence de ces colorants avec les couleurs du caramel.* Note de MM. **Alb. d'Aguiar** et **W. da Silva**, présentée par M. Arm. Gautier.

« La recherche des colorants de la houille et leur distinction du caramel dans les liqueurs et les cognacs a déjà été l'objet des études de quelques chimistes, MM. Rocques, Saglier et Rœser, entre autres (2). Tout dernièrement, M. Cruz Magalhâes (3) a voulu démontrer que les méthodes usitées pour la recherche des colorants de la houille dans les vins blancs vieillis peuvent se trouver en défaut et conduire à une confusion du caramel avec les couleurs jaunes ou jaune orangé de la houille.

» Nous demandons la permission de présenter sur cette question nos expériences faites au laboratoire municipal de Porto, d'après les bienveillants conseils de M. le professeur Ferreira da Silva.

» Nous nous bornerons à rapporter les résultats obtenus par l'emploi de l'alcool amylique sur les vins rendus alcalins par l'ammoniaque avec essais de teinture de la soie par immersion dans l'alcool amylique.

» Nous avons opéré sur les couleurs suivantes : 1° *binitronaphtol;*

---

(1) *Comptes rendus*, 14 décembre 1896.

(2) Rocques, *Analyse des alcools et des eaux-de-vie*, p. 62-63. — Saglier, *Encyclopédie chimique de M. Frémy*, t. X; *Analyse des matières alimentaires*, p. 271. — Roeser, *Analyse d'un colorant pour eau-de-vie* (*Journal de Pharmacie et de Chimie*, 5e série, t. XXVII, p. 185-188; 1893).

(3) *Comptes rendus*, t. CXXIII, n° 21; 23 novembre 1896.

2° *chrysoïdine;* 3° *brun Bismark;* 4° *orangé* II; 5° *tropéoline;* 6° *rouge de Biebrich;* 7° *azoflavine;* 8° *hélianthine;* 9° *méthylorange;* 10° *amidoazobenzol;* 11° *jaune de naphtol S;* 12° *caramel.*

» Ces couleurs ont été dissoutes dans de l'alcool à 20° C., dans la proportion de 2^{mgr} pour 20^{cc} de l'alcool, et leurs solutions ont été additionnées à 400^{cc} de vin blanc *Ermida* (compagnie vinicole du nord du Portugal). Le caramel a été ajouté au vin dans la proportion de 5^{cc} pour 400^{cc}, et a été obtenu avec 500^{gr} de sucre pur, chauffés jusqu'à 215°, et dissous ensuite dans 800^{cc} d'eau. Les intensités colorantes obtenues ont été rapportées au vin Ermida, pris sous l'épaisseur de 12^{cm}.

» Nous avons fait trois séries d'essais.

» *Première série.* — 60^{cc} de chacun des vins ont été alcalinisés par l'ammoniaque et agités avec 30^{cc} d'alcool amylique. On a séparé et filtré l'alcool amylique et noté le ton et l'intensité de la coloration, en prenant comme unité celle de l'alcool amylique du colorant n° 1, pris sous l'épaisseur de 2^{cm}; 5^{cc} de la liqueur amyl-alcoolique ont été réduits au tiers par évaporation, en présence de quelques brins de soie.

» *Deuxième série.* — 5^{cc} des liqueurs amyl-alcooliques ont été évaporés à la siccité dans de petites capsules de porcelaine chauffées au bain-marie; les résidus de l'évaporation ont été traités par l'acide sulfurique concentré et ensuite additionnés d'eau. On a procédé de même pour l'acide chlorhydrique.

» *Troisième série.* — 5^{cc} des liqueurs amyl-alcooliques ont été évaporés au bain-marie à siccité, et les résidus traités par l'acide sulfurique concentré et ensuite additionnés d'un peu d'eau. Les solutions ont été filtrées, alcalinisées par l'ammoniaque et agitées de nouveau avec de l'alcool amylique. Nous avons répété sur ces liqueurs amyl-alcooliques le même traitement.

» Il résulte de nos essais que la coloration de la liqueur amyl-alcoolique procédant du vin additionné de caramel est très douteuse, malgré le ton bien plus intense que ce vin présentait par rapport aux échantillons colorés par les dérivés de la houille. Le jaune de naphtol S serait le seul qui ne cède pas une coloration suffisamment nette pour permettre l'affirmation d'un colorant de la houille. La fixation du caramel sur la soie est très faible. On peut simplement affirmer que la soie ne reste pas absolument blanche, comme elle l'était avant l'essai; ce qui s'observe avec plusieurs vins naturels. Dans les vins contenant des couleurs de la houille, la coloration de la soie est nette, et dans les rares cas où elle ne peut pas amener à une conviction (*chrysoïdine, amido-azobenzol*), d'autres résultats analytiques permettent de déterminer la nature du colorant.

» Le traitement des résidus de l'évaporation des liqueurs amyl-alcooliques par l'acide sulfurique et par l'acide chlorhydrique caractérisent nettement les couleurs jaunes de la houille. Avec le caramel on obtient, même avec des résidus légèrement colorés, des colorations brun noir.

» *En résumé*, les couleurs du caramel, par le traitement usuel à l'alcool amylique, donnent toujours des résultats très douteux et parfois négatifs. Les couleurs jaunes de la houille présentent, au contraire, un ensemble de réactions très nettes dans les conditions ordinaires de leur emploi pour frauder les vins.

» Nous concluons donc que les méthodes décrites par MM. Armand Gautier et Ch. Girard, pour la recherche des colorants de la houille, basées surtout sur l'emploi de l'alcool amylique et les essais de teinture, ne permettent pas la confusion du caramel avec les couleurs de la houille.

» Dans une Note ultérieure, nous nous proposons de préciser les conditions à remplir pour la recherche de quelques colorants jaunes, comme le naphtol S et autres. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Recherches expérimentales sur le mécanisme de l'hyperémie cutanée.* Note de MM. **L. Jacquet** et **Butte**, présentée par M. d'Arsonval.

« L'effet de l'irritation directe des vaisseaux, sans trouble nerveux préalable, est depuis longtemps étudié (expériences de Paget, Marey, Vulpian, etc.), et l'on doit à Claude Bernard la notion de l'influence vaso-motrice du sympathique et en particulier de l'action vaso-dilatatrice de sa section au cou.

» Quelques observations de Brown-Séquard [1], les expériences de l'un de nous [2], les travaux de Brocq [3] ayant montré le rôle essentiel des traumatismes locaux portant sur des régions à innervation anormale, dans la genèse de certaines lésions cutanées, nous avons été conduits à rechercher la part de l'hyperémie vasculaire dans les lésions ainsi produites.

» Or, le moyen le plus propre à nous éclairer sur ce point consistait précisément en la reprise de l'expérience classique de Claude Bernard (section cervicale du grand sympathique chez le lapin), mais en nous entourant de précautions minutieuses destinées *à protéger l'oreille de l'animal contre tout traumatisme, tout contact, toute irritation locale en un mot, non seulement*

---

(1) *Bull. de la Soc. de Biol*, 1849, p. 136.

(2) *Annales de Dermat. et de Syph.*, 1888, p. 529; 1890, p. 487, et *Bull. de la Soc. de Dermat.*, 1892, p. 246.

(3) Brocq et Jacquet, *Annales de Dermat. et de Syph.*, 1891, p. 87.

pendant et après l'expérience, mais aussi, et pour des raisons qui seront ultérieurement précisées, dans la période qui la précède immédiatement.

» Après de nombreux tâtonnements, nous avons adopté le dispositif suivant :

» Un lapin vigoureux est fixé sur le ventre à la planchette; on fait avec de l'ouate et des bandes de tarlatane plâtrée, ramenées sous le cou en jugulaire, un enveloppement méthodique des oreilles, ainsi isolées de façon parfaite. Au bout de quatre à cinq heures, l'animal est retourné sur le dos, la jugulaire est sectionnée et l'on coupe le sympathique du côté choisi. Puis on remet l'animal sur le ventre et, par glissement doux de bas en haut, on enlève le bonnet plâtré protecteur : on examine alors, directement et par transparence, l'état comparatif du réseau vasculaire dans les oreilles.

» Nous avons répété huit fois, avec ce dispositif, l'expérience de Claude Bernard : l'appareil était enlevé de cinq à trente-cinq minutes après la section du nerf. Voici les résultats : sept fois sur huit, les oreilles ne présentent *presque* aucune différence de vascularisation. Il y eut *toujours*, cependant, une très légère hyperémie du côté de la section, mais beaucoup trop faible à coup sûr pour permettre d'affirmer l'influence vaso-dilatatrice du sympathique. Par contre, les oreilles ayant été également et simultanément frictionnées, une hyperémie *énorme* survenait brusquement du côté de la section, preuve sûre que le nerf sectionné était bien réellement le sympathique, tandis qu'une rougeur beaucoup moindre se montrait du côté sain.

» Une seule fois, la différence d'hyperémie fut, avant friction, assez nette pour permettre de penser à une vaso-dilatation positive et, dans ce cas unique, elle s'accentua violemment après friction.

» Il semble ressortir de ces faits que, pour vaincre le tonus qui règle le calibre vasculaire et préside à ses modifications, la seule section du sympathique ne suffit pas : il faut, en outre, une irritation locale dont l'importance n'a pas été suffisamment mise en relief.

» Ces expériences ont eu à subir diverses critiques auxquelles l'un de nous a répondu [1]. Certaines d'entre elles tombaient, en fait, et tenaient à la brièveté de notre Note qui pouvait laisser supposer l'omission de conditions rigoureusement exigibles. Nous avons reconnu le bien-fondé de certaines autres, tout en montrant qu'elles n'étaient pas de nature à modifier foncièrement nos conclusions, ni à infirmer la comparaison que nous avons établie entre nos résultats et quelques faits pathologiques.

» Il est d'ailleurs évident que ces résultats expérimentaux ne sont nullement en opposition avec la présence dans le cordon cervical des filets vasoconstricteurs découverts par Cl. Bernard, pas plus qu'avec celle des vasodilatateurs établie par Dastre et Morat : ils seraient incompréhensibles

---

(1) Cf. *Soc. biol.*, p. 136; 1897.

sans l'existence des premiers. Quant aux seconds, il est clair, au point de vue philosophique tout au moins, que plus la vaso-dilatation semble subordonnée pour une part à des causes secondes, plus apparaît pour elle la nécessité d'un appareil conducteur spécialisé. »

OPTIQUE PHYSIOLOGIQUE. — *Rôle des images récurrentes dans l'irradiation des lumières brèves*. Note de M. **Aug. Charpentier**, présentée par M. d'Arsonval.

« Dans deux Notes précédentes (8 et 15 février 1897), j'ai isolé, dans les apparitions lumineuses diverses qui se produisent au voisinage d'une lumière instantanée, deux groupes de phénomènes différents, et j'ai analysé leur mode de production. Il me reste à envisager un troisième effet des excitations brèves, lequel vient souvent se superposer aux précédents et compliquer l'aspect général de la zone d'irradiation.

» M. Sh. Bidwell a été frappé de voir un halo, ordinairement d'une nuance violacée, se développer et disparaître instantanément autour de la lumière présentée à l'œil. J'ai moi-même vu ce halo depuis le commencement de mes expériences; mais j'ai de plus été conduit, par l'étude de ses particularités, à le rattacher à des faits déjà connus.

» Cet aspect exige, pour sa production, soit une lumière plus intense et surtout plus étendue, soit une excitation lumineuse plus longue que les précédentes. Il se montre surtout quand la zone de lumière diffusée optiquement autour de l'objet est nettement perceptible. Une lumière large (comme celle d'un bec Auer), placée derrière une grande plaque de verre dépoli, et très rapprochée de lui, montrera bien le phénomène, d'ailleurs déjà visible autour d'une simple lumière isolée.

» Si, à l'aide de l'écran à fente qu'on fait passer plus ou moins vite devant l'œil, on produit des durées d'excitation un peu supérieures à celles qui ont donné les colorations spectrales décrites précédemment, on remarque facilement une zone lumineuse semblable à un voile jeté sur la plaque et qui serait doué de rétractilité; en effet, en un temps très court, inférieur à une demi-seconde, ce voile se rétrécit de la périphérie au centre et disparaît.

» C'est là le fait le plus constant; il se montre consécutivement à une excitation brève de durée plus ou moins prolongée, depuis quelques centièmes de seconde jusqu'à une, deux secondes et plus. Mais, pour les

durées les plus faibles de cette série, ce mouvement de rétraction centripète est précédé d'un mouvement d'expansion centrifuge de la même zone lumineuse.

» Ce halo contractile est à peu près de la même nuance que la lumière centrale, mais il pâlit avant de s'éteindre et devient souvent gris bleuâtre ou gris violacé.

» Un phénomène plus singulier, et qui m'a d'abord beaucoup surpris, est la présence fréquente, au milieu de ce halo, d'un anneau noir, mince, bien limité, d'une épaisseur voisine de 1^{mm}; cet anneau, concentrique à la lumière principale, sort de celle-ci, se dilate, puis se rétracte et disparaît, comme la zone lumineuse contractile dans laquelle il est plongé. Il est, comme cette dernière, plus facile à voir dans la seconde période ou période de retrait.

» De plus, cet anneau noir n'est pas toujours simple; il peut être suivi d'un ou deux anneaux noirs plus minces ou moins marqués, espacés de quelques millimètres, et qui reproduisent toutes ses évolutions.

» Des expériences que j'ai faites pour varier les conditions de ces phénomènes il résulte avec évidence qu'ils sont postérieurs aux manifestations colorées du début de l'excitation. Ils représentent une phase consécutive à l'excitation, et non cette excitation elle-même. Ils ne sont, en effet, autre chose que l'image récurrente dont j'ai étudié les lois dans ma Note du 13 janvier 1896. J'ai démontré que cette image récurrente apparaissait d'autant plus tôt et durait d'autant plus longtemps que l'excitation était plus intense. Or, autour de la source lumineuse, la zone de lumière diffuse a une intensité décroissante du centre à la périphérie; aussi l'image récurrente de cette lumière diffuse commence-t-elle ici par apparaître au centre, puis elle apparaît successivement en des points de plus en plus excentriques jusqu'à la limite de la lumière diffuse; mais, pendant ce temps, les zones déjà nées persistent, d'où la dilatation apparente du halo à son début; il cesse ensuite, d'abord à la périphérie, moins lumineuse, et disparaît de proche en proche en persistant plus longtemps sur les zones plus éclairées qui se rapprochent du centre : c'est la période de retrait centripète. Sa durée, son moment d'apparition, sa nuance, tout concorde avec ce que nous savons déjà de l'image récurrente.

» Quant aux anneaux noirs, ils indiquent simplement la production d'images récurrentes multiples, phénomène déjà connu. Ils représentent les intervalles d'obscurité qui séparent les unes des autres ces réapparitions successives de la lumière, et qui se manifestaient déjà sous la forme de

bandes noires multiples dans mes expériences avec des secteurs lumineux en mouvement. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Absorption de l'azote et de l'hydrogène par le sang*. Note de M. **Christian Bohr.**

« Le sang en circulation contient plus d'azote que n'en peut absorber, d'après la loi de Henry, l'eau saturée d'air atmosphérique à la même température. Ce fait a été fréquemment observé et se retrouve surtout dans un récent Mémoire de MM. P. Regnard et Schlœsing fils (*Comptes rendus*, t. CXXIV, p. 302).

» Supposons que la température des poumons soit de 38° et la pression atmosphérique de 760^{mm}; il en résulte que, défalcation faite de la tension de la vapeur d'eau, l'air a, dans les poumons, une pression d'environ 710^{mm}; à ladite température, 0,0122 représente le coefficient d'absorption de l'eau pour le mélange d'azote et d'argon qu'on trouve dans l'air atmosphérique. La quantité d'azote (et d'argon) qui, dans les conditions données, serait absorbée par 100^{cc}, est donc $710 + \frac{79}{100} + 0,0122 = 0^{cc},7$.

» Or, en employant la pompe avec toute la précision possible, on trouve qu'en réalité la quantité d'azote contenue dans 100^{cc} de sang qu'on recueille directement du vaisseau sanguin dans la pompe Hagen, peut varier de 0,8 à près de 2^{cc} suivant les divers cas, et, le plus souvent, on trouve que cette quantité est de 1,2 à 1^{cc},3.

» Si l'on recherche dans quelles conditions augmente cette absorption de l'azote par le sang, on voit, comme le prouve ce qui suit, qu'elle a lieu même quand le sang a quitté les vaisseaux et qu'elle est due à l'hémoglobine ou plutôt à l'oxyhémoglobine, car ce phénomène ne se produit qu'en présence de l'oxygène.

» Pour abréger, nous adoptons la notation suivante :

» Az. atm. = azote et argon, dans les conditions de mélange où les contient l'air atmosphérique.

» Az. pur = azote fourni par le nitrite d'ammonium.

» La quantité absorbée est exprimée en centimètres cubes (^{cc}) à zéro et 760^{mm} pour 100^{cc} de liquide.

» S'il est également question d'absorption par l'eau, on applique cette désignation à la quantité d'air que 100^{cc} d'eau absorberaient dans des con-

ditions de pression et de température identiques à celles de l'expérience spéciale.

1° Si, en dehors de l'organisme, on sature le sang d'air atmosphérique, on peut en extraire à la pompe une quantité d'azote plus grande que celle absorbée, dans les conditions indiquées, par la même quantité d'eau.

Exemple.

» Le sang est saturé d'air atmosphérique à la température ordinaire et on l'évacue.

Az. atm. absorbé par le sang de bœuf : 1,76;	par l'eau : 1,33;	différ. : 0,43
» chien : 1,98;	» 1,32;	différ. : 0,66
» chien : 1,65;	» 1,33;	différ. : 0,32

» Ce dernier sang, ayant subi l'évacuation, est de nouveau saturé d'air atmosphérique et l'on extrait encore les gaz à la pompe, ce qui donne

Az. atm. absorbé par le sang : 1,64; par l'eau : 1,33; différ. : 0,31

» Les *globules du sang*, lavés à la centrifuge, dans une solution de chlorure de sodium à 0,7 pour 100, se comportent comme le sang complet et, saturés d'air atmosphérique, absorbent plus d'azote que ne le ferait l'eau.

Exemple.

Az. atm. absorbé par les globules du sang : 1,78; par l'eau : 1,47; différ. : 0,31

» Quant au *plasma*, on constate l'identité de son coefficient d'absorption avec celui de l'eau.

» Pure, l'*hémoglobine* cristallisée se comporte comme les globules du sang et, dans une solution aqueuse saturée d'air atmosphérique, elle absorbe plus d'azote que l'eau : il n'est pas rare que l'absorption de l'hémoglobine dissoute dans un liquide qui, pourtant, en contient moins que le sang, soit plus forte que celle du sang qui l'a fournie.

Exemple.

		Diff.
Az. atm. absorbé par une solution d'hémoglobine à 12,4 o/o : 1,87;	par l'eau : 1,33;	0,55
» à 10,0 o/o : 1,78;	par l'eau : 1,34;	0,44

» Cette même hémoglobine est saturée d'azote pur et d'oxygène, mélange identique à celui de l'air atmosphérique :

Az. pur absorbé par l'hémoglobine : 1,67; par l'eau : 1,31; différence : 0,36

» 2° Pour que le sang et la solution d'hémoglobine absorbent plus abondamment l'azote, il faut que l'oxygène soit présent.

» C'est ce que font voir les exemples ci-dessous, choisis dans une assez longue série.

» On fit trois parts de sang de bœuf et on les satura respectivement d'air atmosphérique, d'azote atmosphérique et d'azote pur, ce qui donna :

	Absorption d'az. atm.		
	par le sang.	par l'eau.	Différences.
Satur. par l'air atm.	1,76	1,33	0,43
» par l'az. atm. sans oxygène	1,65	1,63	0,02
» par l'az. pur sans oxygène	1,63	1,60	0,03

» On prit une partie de l'hémoglobine du sang de chien et on la satura d'air atmosphérique; puis les gaz en furent extraits. Une autre partie fut évacuée à la pompe dans l'absorptiomètre, et l'absorption d'azote pur fut dosée avec beaucoup de précision à la pression de 220^{mm}. Sur ce, l'on introduisit de l'oxygène pur et l'on dosa de nouveau l'absorption de l'azote.

» Voici les résultats :

			Diff.
Sat. par l'air atm., l'az. atm. absorbé par l'hémoglobine :	1,59,	par l'eau : 1,36	0,23
» l'az. pur abs. dans l'absorptiomètre par l'hémoglobine :	0,59,	» 0,51	0,08
Après l'addition d'oxygène, l'az. pur absorbé par l'hémoglobine :	0,84,	» 0,49	0,45

» Ce phénomène se répète constamment, pourvu qu'on ait soin d'écarter de l'azote pur toute trace d'oxyde d'azote.

» L'absorption de l'azote doit alors son augmentation à l'hémoglobine et exige la présence de l'oxygène.

» Pour approfondir l'étude de ces rapports, on surveilla l'absorption par le sang et l'on constata que, tout à fait indépendante de la présence ou de l'absence de l'oxygène, cette absorption était un peu moindre que par l'eau dans les mêmes conditions.

» Je cite un exemple :

Hydrogène absorbé par le sang : 1,74; par l'eau : 1,81; diff. : — 0,07.

» En conséquence, il faut admettre que, durant son absorption par la solution d'oxyhémoglobine, l'azote se combine partiellement avec l'oxygène; toutefois, malgré tous les soins apportés à l'analyse de l'azote tiré du sang à l'aide de la pompe, on n'a pas réussi à démontrer qu'il y eût de l'oxyde d'azote.

» L'hypothèse la plus vraisemblable, à mes yeux, est que les composés formés sont très instables et que l'action de la pompe suffit à les dissocier, ce qui permet d'expliquer les faits constatés. »

BOTANIQUE. — *Un nouveau type générique de Myxomycètes.* Note de M. **E. Roze**, présentée par M. Chatin.

« Lorsque, au moyen de cultures sous cloche humide, on obtient la sortie de certains Micrococques sur les gangrènes des tubercules de Pommes de terre, le mucus, ordinairement blanchâtre, dans lequel se trouvent ces Micrococques, s'agglomère sur les coupes de ces gangrènes. En observant alors ce mucus au microscope, dans une goutte d'eau, j'ai remarqué qu'au fur et à mesure que le mucus s'imprégnait du liquide et devenait moins dense, il s'en échappait souvent de petites sphérules, d'un diamètre d'environ 7 μ, peu réfringentes, et dans lesquelles se montraient seulement quelques granulations. Presque aussitôt, je voyais ces sphérules subir dans l'eau un effet singulièrement rapide, car elles se gonflaient insensiblement au point de doubler presque de volume, devenaient transparentes et disparaissaient bientôt sans laisser de traces.

» Quelques jours plus tard, le même mucus examiné contenait, avec ces mêmes sphérules, d'autres plus réfringentes, mais parfois moins régulièrement sphériques et presque elliptiques, de 5 à 6 μ de diamètre, renfermant un plasma vacuolaire nettement accusé, mais se montrant tout à fait insensibles à l'action de l'eau [1]. Enfin, plusieurs jours après, les premières avaient disparu de ce même mucus, et les secondes seules s'y étaient multipliées.

» J'ai pensé qu'il s'agissait de deux formes successives d'un parasite du mucus des Micrococques, représentant un nouveau type de Mycètes encore inconnu. L'étude de la biologie de ce parasite était assez difficultueuse, puisque dans sa première forme l'eau lui était funeste, et qu'il se laissait à peine distinguer dans le mucus rempli de Micrococques. L'essai de divers réactifs me permit seulement de constater qu'ils ne servaient qu'à contracter soit le mucus, soit les sphérules elles-mêmes. Mais en partant de l'idée que, des deux formes de ce parasite, l'une était la forme végétative, l'autre la

[1] J'en ai conservé plus de dix jours, dans l'eau, sans qu'elles manifestassent un changement ou une altération appréciables.

forme conservatrice de l'espèce, je fis les préparations microscopiques suivantes :

» Du mucus desséché, renfermant des sphérules de la seconde forme, fut mélangé avec du mucus d'autre provenance fraîchement sorti de gangrène, et ne contenant pas le parasite. De l'eau fut ajoutée à ces deux mucus, et les préparations furent placées à l'abri de l'évaporation, dans un air constamment humide. Au bout de six jours, je constatais que les deux mucus s'étaient parfaitement confondus, que les sphérules se trouvaient disséminées dans la masse muqueuse devenue moins dense, et qu'enfin elles présentaient déjà un certain changement d'aspect, en ce qu'elles avaient perdu notablement de leur réfringence.

» Des observations faites avec de forts grossissements me permirent de remarquer les phénomènes suivants sur plusieurs d'entre elles. La forme sphérique se modifia quelque peu en devenant elliptique, et les vacuoles internes apparurent à d'autres places dans le plasma; un léger prolongement latéral se manifesta, puis la petite masse reprit la forme sphérique; et successivement, de minute en minute, le changement de forme eut lieu avec des prolongements parfois plus accusés, quelquefois doubles, et avec le déplacement des vacuoles, mais toujours avec un retour à la forme sphéroïdale. Enfin, un petit prolongement arrondi se montra sur un des points de la sphérule, puis grossit peu à peu au point d'avoir un volume presque égal à celui de la sphérule-mère, et, après quelques minutes, la sphérule-fille ainsi formée se détachait. C'était un plasmode rudimentaire, sans enveloppe, ce qui expliquait l'action de l'eau, gonflant son plasma et lui permettant de doubler de volume.

» Le parasite en question était donc un Myxomycète, mais plus simplement organisé que tous ceux déjà connus, ayant la forme plasmodique végétative (première forme) et la forme enkystée reproductrice (deuxième forme).

» Je désignerai ce nouveau type générique de Myxomycètes sous le nom de *Vilmorinella*, en reconnaissance de tous les matériaux d'étude que M. H. de Vilmorin n'a cessé de me procurer, et qui m'ont permis de constater l'existence des Bactériacées que j'ai fait connaître. J'appellerai l'espèce signalée ici *Vilmorinella Micrococcorum*, en raison de son parasitisme. Je l'ai observée dans le mucus des *Micrococcus Imperatoris*, *albidus* et *Delacourianus*. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Emploi du sulfate de fer pour la destruction des Cryptogames parasites de la Vigne.* Extrait d'une Lettre de M. **Croquevielle** à M. Chatin.

« Le sulfate de fer est employé depuis longtemps par les herbagers, pour la destruction des mousses qui envahissent les prés pendant les années humides.

» Dans une propriété que j'exploite dans le pays d'Auge, j'ai fait usage de ce moyen, en même temps qu'avec une solution du même sel je nettoyais les troncs et les branches des pommiers, des nombreuses lichenées qui les garnissaient. Or, les vertus anticryptogamiques du sulfate de fer se sont manifestées, non seulement contre les végétaux nuisibles que j'avais en vue de détruire, mais aussi contre de nombreuses colonies d'*Agaricus campestris* que l'on récoltait auparavant et qui ont disparu du même coup.

» Cette propriété non encore signalée du sulfate de fer m'a amené à de nouveaux essais contre les Champignons parasites des plantes. Mais c'est surtout contre les nombreuses maladies parasitaires de la Vigne, fléaux sans cesse renaissants de la Viticulture, que j'ai dirigé mes expériences.

» Voici un mode de traitement des Vignes, qui doit être pratiqué *en hiver* et qui convient également à tous les Cryptogames parasites qui causent les maladies connues sous les noms de *Black rot, Oïdium, Mildew, Anthracnose, Pourridié, Dartrose*, etc. :

» 1° Badigeonner ou asperger les souches avec une solution de sulfate de fer à 10 pour 100 au moins;

» 2° Répandre sur le sol une certaine quantité de sulfate de fer pulvérisé (dose pouvant varier de 500 à 1000^{kg} à l'hectare suivant le degré de porosité du terrain). »

MINÉRALOGIE. — *Sur le minéral cristallisé formé dans un cercueil de plomb aux dépens d'un cadavre.* Note de M. **A. Lacroix**, présentée par M. Fouqué.

« Des travaux de voirie, exécutés au mois d'août dernier à Paris dans la rue de Béarn, sur l'emplacement de l'église de l'ancien couvent des Minimes (dite de la *place Royale*), ont mis à découvert deux cercueils de plomb datant de l'année 1630. Ils ont été transportés au musée Carnavalet, où, grâce à l'obligeance de M. le Dr Robinet, j'ai pu examiner leur contenu.

» L'un d'eux renfermait un squelette assez intact ayant encore conservé ses cheveux. Il ne présente que peu d'intérêt au point de vue minéralogique. Je n'ai observé en effet qu'une légère croûte cristalline *à l'intérieur du crâne* et à la place de l'abdomen, au milieu de débris pulvérulents, quelques petits nodules d'une substance blanche, à aspect farineux, dont il sera question plus loin.

» Le second cercueil renfermait un squelette plus altéré qui, mal-

heureusement, a été mis en pièces pendant le transport. Plusieurs os longs, un des os iliaques sont recouverts d'un enduit de paillettes blanches cristallines; la cavité du crâne était transformée en une magnifique géode (brisée), tapissée de cristaux blancs aciculaires, groupés en rosettes et atteignant 8^{mm} de plus grande dimension. Le plan interne du crâne est fissuré, soulevé, et c'est sur ses débris que sont implantés les cristaux. Le diploé est plus ou moins complètement transformé, ses larges cellules ayant permis le développement facile du minéral; enfin, la partie externe du crâne est, par places, elle-même recouverte de cristaux.

» La substance qui constitue ceux-ci est un hydrate du phosphate bicalcique.

» J'ai cherché à isoler une petite quantité de substance pure à l'aide d'un mélange d'iodure de méthylène et d'éther; malheureusement, il est impossible de débarrasser complètement le minéral de fragments organiques; aussi, lorsqu'on le calcine, celui-ci dégage-t-il une odeur fétide, puis il noircit pour ne redevenir blanc qu'à la température du rouge. La perte par calcination a été de 25,50 pour 100, se rapprochant plus, par suite, de celle de la *brushite* ($HCaPhO^4 + 2H^2O$), qui renferme 26,2 pour 100 d'eau, que de celle de la *métabrushite* ($HCa^2P^2O^8 + 3H^2O$), qui en contient 22,1 pour 100; mais, si l'on tient compte de l'impureté de la substance étudiée, on est conduit à admettre que le minéral en question est plutôt de la métabrushite. La densité d'un cristal limpide et pur, prise dans la solution d'iodure de méthylène, a été trouvée de 2,31; celle de la métabrushite des îles Sombrero, mesurée en même temps, était de 2,30, et celle des îles des Oiseaux de 2,33 (la densité de la brushite est de 2,20).

» Les cristaux qui nous occupent sont monocliniques : ce sont des lamelles aciculaires, aplaties suivant g^1(010) et terminées par des pointements aigus; aucune mesure goniométrique exacte n'est possible, il existe un clivage facile suivant g^1 : ces lamelles rappellent le gypse par leurs caractères extérieurs. Le plan des axes optiques et la bissectrice obtuse positive sont perpendiculaires à g^1; on déduit de la mesure de l'écartement des axes dans g^1 la valeur $2V_a = 81°$ (Na) : la dispersion des axes autour de n_g est $\rho < v$.

» Les lamelles micacées observées sur un os du bassin, ainsi que les produits pulvérulents recueillis dans le premier cercueil, paraissent appartenir à la même substance, dont ils constituent des variétés cryptocristallines.

» On peut se demander quelles sont les réactions qui ont donné nais-

sance à cet intéressant minéral, qui a été trouvé rarement dans quelques gisements de guanos des Antilles.

» M. Armand Gautier a observé, dans la grotte de Minerve (Aude), une curieuse couche, essentiellement constituée par de la brushite associée à un phosphate alumineux ; il a expliqué sa production par la transformation des organes mous d'animaux dont on trouve les ossements intacts au-dessus de la couche phosphatée. Sous l'influence de ferments oxydants, ces matières organiques auraient donné naissance entre autres produits à du phosphate biammoniacal qui, entraîné par les eaux au contact du calcaire sous-jacent, aurait par substitution permis le dépôt du phosphate bicalcique cryptocristallin.

» Il est probable qu'une réaction de ce genre est intervenue pour donner naissance aux cristaux que j'étudie; mais ici, le cadavre, conservé en vase clos, a fourni lui-même tous les éléments nécessaires à la minéralisation : ce sont les os qui ont donné la chaux (et sans doute aussi une partie de l'acide phosphorique). Il semble probable que la décomposition de la matière cérébrale a joué un rôle particulièrement intense dans ces réactions chimiques; on constate, en effet, que c'est à l'intérieur de la cavité crânienne que se sont produits la plupart des cristaux et les cristaux de plus grande taille ([1]). Ceux qui se trouvent à la partie externe du crâne sont toujours moins nombreux et plus petits; leur présence est généralement liée à quelque fêlure de la boîte osseuse et on les voit parfois se grouper sur les bords d'une fissure de celle-ci, ayant permis un suintement venant de l'intérieur.

» J'ai pu établir l'identité des propriétés optiques des cristaux, qui font l'objet de cette Note, avec ceux du phosphate de chaux, signalé par M. Gonnard à la surface d'un os du gisement préhistorique de Solutré (Saône-et-Loire).

» Ce qui donne un intérêt spécial à mon observation, ce sont les conditions dans lesquelles s'est effectuée la cristallisation de la métabrushite. Elles ne permettent pas de douter que l'on se trouve en présence d'un cas d'*autominéralisation,* l'intervention d'aucune substance extérieure au cadavre ne pouvant être invoquée pour expliquer la formation des cristaux étudiés.

» L'étanchéité du cercueil de plomb, rendant possible le contact, longuement prolongé et sans doute sous pression, du squelette et des produits

---

([1]) Dans le premier cercueil, les cristaux ne se trouvent qu'à l'intérieur du crâne.

de la décomposition cadavérique, a permis ainsi entre eux de mutuelles réactions chimiques.

» Il serait intéressant de chercher, par l'étude du contenu d'autres cercueils de plomb, si le phénomène qui nous occupe est général. »

GÉOLOGIE. — *Sur le Crétacique de la région du Mondégo.* Note de M. **Paul Choffat**, présentée par M. Albert Gaudry.

« L'étude des gisements septentrionaux du Crétacique portugais modifie profondément le parallélisme que nous avions admis en 1885 (¹) pour la partie supérieure du Crétacique des environs de Lisbonne, parallélisme ayant parfois servi de point de comparaison pour d'autres pays où se trouvent aussi des strates à *Sauvagesia Sharpei*.

» Le faciès récifal à *Sauv. Sharpei* ne s'étend vers le nord que jusqu'à une ligne passant approximativement par Ourem et Leiria. Au nord de cette ligne, il est remplacé par des calcaires subcrayeux à *Ammonites* formant une aire dirigée du sud au nord-nord-ouest, tandis qu'une autre bande parallèle, mais située encore plus au nord-est, est constituée par des marno-calcaires et des argiles contenant surtout des *Huîtres*, des *Oursins* et des *Térébratules*.

» La coupe suivante montre la composition du Crétacique vers l'embouchure du Mondégo, c'est-à-dire dans la contrée où il est le plus complet :

» Massif arénacé. — A. En discordance sur le Jurassique supérieur repose une puissante assise de graviers avec quartzites mal arrondis, liés par une argile généralement blanche, et englobant des lentilles d'argile contenant une belle flore, de près de 60 espèces, dont un tiers de Dicotylées, qui a été décrite par M. de Saporta. Puissance 200^{m}.

» B. Alternance de grès très fins, en partie marneux, avec des calcaires marneux ou arénifères à fossiles marins, qui sont surtout des moules de *Lamellibranches*. Puissance 10^{m} à 14^{m}.

» Massif calcaire. — C. *Couche à Neolobites Vibrayanus.* — Calcaire rognoneux, à faune abondante, en majeure partie nouvelle pour le pays : *Nautilus Munieri*, *Neolobites Vibrayanus*, *Acanthoceras naviculare* (à la partie supérieure), *Pterocera incerta*, *Gastéropodes*, *Lamellibranches*, *Oursins* spéciaux au pays. Puissance 4^{m}.

(¹) *Recueil de monographies stratigraphiques sur le système crétacique du Portugal.*

» D. *Calcaire oolitique à Anorthopygus.* — Faciès à Gastéropodes et Polypiers, avec *Anorthopygus Michelini* C. C., *An. orbicularis* R., *Conodoxus Cairoli* R. R. Au sommet, énorme *Puzosia cfr. planulata.* Puissance 2^m.

» E. *Couche à Ostrea columba var. major.* — Calcaire marneux, rognoneux, avec nombreux moules de Gastéropodes et de Lamellibranches et rares Ammonites; *Puzosia cfr. planulata,* et formes appartenant à un groupe nouveau, voisin de *Mammites Rochebrunei. Anorthopygus orbicularis* se trouve encore dans cette couche, tandis que *An. Michelini* est spécial à la couche précédente, ce qui est contraire à la superposition observée en France. M. de Loriol est porté à réunir ces deux formes, et j'ai observé qu'en Portugal, où *An. Michelini* (forme élevée) est fréquent, il se trouve dans les couches calcaires, tandis que la forme aplatie (*An. orbicularis*) ne se trouve que dans les assises marneuses. Puissance 2^m.

» F. *Niveau principal des Mammites.* — Calcaire analogue au précédent, mais fort pauvre en fossiles, sauf les *Mammites* de la couche précédente qui y sont plus nombreux et plus variés. Puissance 2^m.

» G, H, I, J. Calcaires blancs, à polypiers styliformes, puis calcaires dolomitiques. Faune très pauvre; les Huîtres, si abondantes dans les couches précédentes, ont à peu près disparu, et les Oursins ne sont plus représentés que par deux *Hemiaster* et par *Orthopsis granularis.* Les Ammonites sont, par contre, représentées par des *Acanthoceras* voisins de *Ac. Fosteanum* et *conciliatum* et par *Puzosia cfr. Gaudama* Forbes. Puissance 14^m.

» K. Calcaire jaunâtre divisé en plaquettes rognoneuses, sans fossiles. Puissance $3^m,20$.

» L. Calcaire marneux, blanchâtre, en plaques minces, parfois couvertes d'*Astartes* ou de petites *Turritelles.* Fossiles abondants : *Pachydiscus,* plusieurs espèces nouvelles; *Pseudotissotia* sp. nov., *Sonneratia cfr. perampla, Mammites* de couche F, passant à des formes globuleuses, analogues à *Am. Harti* du Brésil et à *Am. Rudia* de l'Inde, *Tylostomes, Inoceramus labiatus,* etc. Puissance 4^m.

» M. *Calcaire blanc à Acteonella lævis.* — Faune coralligène, *Acteonella lævis* et *Ac. gigantea* y sont très abondants, *Sphærulites* et *Toucasia,* indéterminables. Puissance 4^m.

» N. O. Calcaire rose, très dur, finement oolithique à la base, passant à des dalles fortement micacées, avec petits silex roulés. Coupes d'*Actéonelles.*

» Ces couches sont visibles sur environ 4^m, puis sont recouvertes par le Pliocène.

» Le type du Crétacique de l'embouchure du Mondégo peut servir à l'interprétation de toutes les localités de la région à faciès ammonitique. Les modifications consistent dans la fusion d'une ou de plusieurs assises en une seule, et dans l'introduction d'argile dans l'une ou l'autre couche, ce qui devient la règle pour la bande nord-est, mentionnée au commencement de cet article.

» En ne considérant qu'une région limitée, les différentes assises paraissent avoir une faune bien spécialisée, mais en considérant l'ensemble de la région, nous voyons que presque toutes les espèces passent

du bas en haut du massif calcaire, sauf les *Ammonites* et quelques-uns des *Oursins*. *Ostrea columba*, par exemple, qui dans les affleurements de calcaires crayeux ne dépasse pas le niveau E, se retrouve plus haut dans les affleurements marneux. Ces passages d'espèces, d'une assise à l'autre, rendent fort difficile le choix de la limite entre le Cénomanien et le Turonien.

» Il n'y a pas de doutes sur la réunion du niveau C (*Neol. Vibrayanus* et *Ac. naviculare*) au Cénomanien, ni sur celle du niveau F à L au Turonien, mais les niveaux D (*Anorthopygus*) et E (*Ostrea columba major*) sont reliés vers la base et vers le haut par une quantité d'espèces.

» Le niveau E voyant apparaître un groupe d'*Ammonites* qui prend un grand développement dans les couches appartenant au Turonien, nous le réunissons à cet étage. Nous rangeons le niveau D dans le Cénomanien par analogie avec les gisements français, mais nous ne serions pas surpris que les Oursins qui paraissent spéciaux à ce niveau ne finissent par être rencontrés dans le Turonien, comme c'est le cas pour les autres.

» Les calcaires blancs, à *Acteonella lævis* et *Trochalia gigantea* appartiennent peut-être déjà à l'Angoumien.

» Dans une prochaine Note, nous comparerons le faciès ammonitique avec le faciès à Rudistes. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Deuxième ascension internationale de l'*Aérophile. Note de MM. **Hermite** et **Besançon**.

« Le départ a été exécuté à l'usine à gaz de la Villette, le 18 février, à $10^h 12^m$ par un fort brouillard qui n'a permis de procéder ni aux observations optiques ni aux opérations photographiques. La pression barométrique était de 767^{mm} et la température $+6°$ C. La force ascensionnelle nette a été trouvée de 284^{kg}.

» En appliquant les formules en usage, l'aérostat pouvait atteindre, sans tenir compte de la dilatation produite par l'action solaire dans ces conditions, une couche dont la pression est d'environ 140^{mm}, correspondant approximativement à 13000^m d'altitude.

» D'après les enregistreurs, l'aérostat a atterri à $12^h 30^m$. Il n'a été recueilli qu'à $1^h 50^m$ dans les environs de Chaulnes, à 105^{km} N.-$\frac{1}{4}$N.-E. de Paris, après un traînage de 5^{km}, dont la trace a pu être suivie grâce au sillon imprimé sur la boue et à une foule de menus débris, tels que : morceaux de papier argenté enveloppant l'abri météorologique, cartes, grains de plomb servant de contrepoids, etc.

» Le pavillon du ballon s'est fixé à un fil télégraphique, le long de la voie ferrée, d'une façon si singulière que le mécanicien d'un train a cru à un signal d'arrêt. Le passage de la ligne a épuisé l'élan du ballon, qui s'est arrêté un peu plus loin après s'être détaché du filet; l'abri météorologique servant de nacelle a butté contre un poteau télégraphique avec les objets qu'il renfermait.

» Ces incidents tiennent uniquement à ce que la corde du grappin s'est vrillée autour des appareils renfermés dans l'abri météorologique. Le clapet de déchirure n'a point fonctionné. Rien n'est plus simple que de se prémunir contre le retour d'une circonstance qui ne s'était jamais produite jusqu'ici et à laquelle, par conséquent, on n'avait pas songé.

» Les enregistreurs, au nombre de trois, n'ont point souffert; il en a été de même de l'appareil de M. Cailletet. L'un des baro-thermographes a été débarrassé des enveloppes destinées jusqu'à ce jour à protéger l'instrument contre les chocs de l'atterrissage : cette précaution a été reconnue superflue. On s'est de plus assuré qu'elle empêche le refroidissement de se produire, en diminuant la ventilation qui devient insuffisante. Toutefois, les deux courbes thermométriques de l'appareil protégé et de l'autre ont une allure identique, ce qui est un argument en faveur de l'exactitude générale des indications de l'un et de l'autre.

» A partir de 10000^{m}, la courbe des altitudes a été très difficile à déchiffrer; cependant, M. Hermite est parvenu à la retrouver au milieu des innombrables maculatures dont le diagramme a été couvert. Il l'a suivi jusqu'à environ 15000^{m}, ce qui porterait à 2000^{m} environ la surélévation produite par le pouvoir thermique du Soleil.

» Ce qui confirme cette manière de voir, c'est que la courbe thermique du barothermographe renfermé dans l'intérieur du ballon indique un abaissement rapide de la température à partir du maximum d'altitude, comme si un nuage glacé avait soudainement mis fin à la radiation solaire, ou l'avait diminuée dans une proportion notable.

» La température minima a été trouvée de —66°, soit 1° par 220^{m} environ.

» Les résultats précédents ne sont que provisoires; ils doivent être rapprochés de l'analyse de l'air renfermé dans l'appareil de M. Cailletet et surtout des circonstances de l'ouverture du robinet.

» Le succès de cette opération introduit désormais un nouvel élément précieux de précision et de vérification dans les observations automatiques des ballons sondes. Nous ne pouvons nous dispenser d'en tenir compte dans la première expérience où elle a pu être exécutée.

» Il importe d'opérer la prochaine fois par un très beau temps, afin que les mouvements de l'aérostat puissent être suivis du haut de la Tour Eiffel pendant toute la durée de l'ascension, ce qui eût été possible dans l'expérience du 18 février, si l'état de l'atmosphère s'y fût prêté.

» Nous terminerons en remerciant le Prince Roland Bonaparte, dont la libéralité a permis d'exécuter une expérience intéressante à tous les points de vue. »

A 4 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures et demie. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 1er février 1897.

Annales de Chimie et de Physique, par MM. Berthelot, Friedel, Mascart, Moissan. Septième série. Février 1897. Tome X. Paris, Masson et Cie, 1 fasc. in-8°.

Bulletin des Sciences mathématiques, rédigé par MM. Gaston Darboux et Jules Tannery. Deuxième série. Tome XXI. Janvier 1897. Paris, Gauthier-Villars et fils; 1 fasc. in-8°.

Leçons sur la théorie analytique des équations différentielles, professées à Stockholm (septembre, octobre, novembre 1895), sur l'invitation de S. M. le Roi de Suède et de Norvège, par M. P. Painlevé, Professeur adjoint à la Faculté des Sciences de Paris, etc. Paris, A. Hermann, 1897; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. É. Picard.)

L'Aérophile. Revue mensuelle illustrée de l'Aéronautique et des Sciences qui s'y rattachent. Directeurs : Georges Besançon et Wilfrid de Fonvielle. Rédacteur en chef : Emmanuel Aimé. Quatrième année, 1896. Paris. 1 vol. gr. in-8°. (Présenté par M. Berthelot.)

Annales de l'Université de Lyon. Résultats scientifiques de la campagne du « Caudan » dans le golfe de Gascogne, par R. Kœhler, Professeur de Zoologie à la Faculté des Sciences de Lyon. Fascicule III. Paris, Masson et Cie, 1896; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Milne-Edwards.)

Leçons nouvelles sur l'Analyse infinitésimale et ses applications géométriques, par M. Ch. Méray, Professeur à la Faculté des Sciences de Dijon. Troisième Partie : *Questions analytiques classiques*. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1897; 1 vol. in-8°.

Sur la Géométrie des courbes transcendantes. Mémoires originaux, par Antonio Cabreira. Lisbonne, Imprimerie nationale, 1896; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Le Leggi dell'interesse, di Enrico de Montel, Professore ordinario di

Matematica finanziara nella R. Scuola superiore di Comercio di Bari. Scansano, 1896; 1 broch. in-8°. (Présenté par M. Rouché.)

Western Australian Year-Book for 1894-95 (ninth year of issue), by Malcolm A. C. Fraser. Perth, 1896; 1 vol. in-8°.

Revue des Pyrénées (*France méridionale, Espagne*), dirigée par le Dr F. Garrigou. Tome VIII, 1896, 5e Livraison. Toulouse, Douladoure-Privat; 1 vol. in-8°.

Archives du Musée Teyler. Série II, vol. V. Deuxième Partie. Haarlem. Paris, Gauthier-Villars, 1896; 1 vol. in-8°.

Ouvrages reçus dans la séance du 8 février 1897.

Notice sur les travaux scientifiques de M. Bigourdan, Astronome titulaire à l'Observatoire de Paris, etc. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1897; in-4°.

Association française pour l'avancement des Sciences. Seconde Partie. Paris, G. Masson et Cie, 1897; 1 vol in-8°. (Présenté par M. Marey.)

Journal de Mathématiques pures et appliquées. Cinquième série, publiée par M. Camille Jordan, avec la collaboration de MM. Lévy, A. Mannheim, E. Picard, H. Resal et H. Poincaré. Tome deuxième. Année 1896. Fascicule no 4. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1896; 1 vol. in-4°.

Bulletin mensuel du Bureau central météorologique de France, publié par E. Mascart. Année 1896. No 11. Novembre 1896. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1896; 1 fasc. in-4°.

Bulletin de la Société d'encouragement pour l'Industrie nationale, publié sous la direction des Secrétaires de la Société, MM. Collignon et Aimé Girard. Paris, 1897; 1 vol. in-4°.

Bulletin astronomique. Commission de rédaction: H. Poincaré, président; G. Bigourdan, O. Callandreau, H. Deslandres et R. Radau. Tome XIV. Janvier 1897. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1897; 1 fasc. in-8°.

Bulletin de la Société astronomique de France et Revue mensuelle d'Astronomie, de Météorologie et de Physique du globe. Février 1897. Paris, Ch. Bivort, 1897; 1 fasc. in-8°.

Annales des Ponts et Chaussées. 1896. Novembre. Paris, Vicq-Dunod et Cie; 1 vol. in-8°.

Revue scientifique. Directeur: M. Charles Richet. 4e série. Tome VII. 6 février 1897. Paris, Chamerot et Renouard; 1 broch. in-4°.

La Nature. Revue des Sciences et leurs applications aux Arts et à l'Industrie. Directeur: Henri de Parville. 6 février 1897. Paris, Masson et Cie; in-4°.

ERRATA.

(Tome CXXIV, Séance du 15 février 1897.)

Note de M. *de Jonquières,* Sur certains points de la théorie des résidus des puissances, etc. :

Page 338, ligne 8, *au lieu de* On conclut de là, pour le cas de n premier..., *lisez* Dans ce cas, à cause de $\varphi(n) = n - 1$, on a....

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 1er MARS 1897,

PRÉSIDENCE DE M. A. CHATIN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts** adresse l'ampliation d'un Décret par lequel le Président de la République approuve l'élection de M. *Violle* dans la Section de Physique, en remplacement de feu M. *Fizeau*.

Il est donné lecture de ce Décret.

M. le Président invite M. **Violle** à prendre place parmi ses Confrères.

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce à l'Académie la perte qu'elle vient de faire dans la personne de M. *Weierstrass*, Associé étranger, décédé à Berlin le 19 février 1897.

Notice sur M. Weierstrass; par M. **Hermite**.

« Le savant illustre, dont l'Académie déplore la perte, partage avec Riemann et Cauchy la gloire d'avoir découvert des principes fondamentaux qui ont engagé l'Analyse dans des voies nouvelles et sont devenus l'origine des grands progrès de cette science à notre époque. Le monde mathématique réunit dans le même sentiment d'admiration ces génies créateurs dont la trace restera à jamais dans la Science. Leurs noms se trouvent dans tous les écrits. Leurs disciples s'inspirent de leurs travaux et ne cessent d'accroître le domaine de l'Analyse en poursuivant leur œuvre; aucun d'eux n'a eu une plus grande, une plus féconde influence que Weierstrass. Le grand géomètre a exercé une part considérable de cette influence par son enseignement où il a prodigué les trésors de son invention à une foule d'auditeurs venus de tous les points de l'Europe. Ses leçons donnaient les prémisses de ses découvertes; elles avaient pour sujet le calcul des variations, la théorie des équations différentielles, la théorie des fonctions abéliennes, et il y répandait libéralement de précieuses indications servant de préparation à d'autres travaux que les siens; elles ont été l'honneur de l'Université de Berlin. Je ne chercherai pas en ce moment à apprécier dans toute son étendue l'œuvre mathématique si grande de Weierstrass; je veux seulement rappeler, parmi tant de sujets qui ont occupé notre Confrère, ceux qui ont eu la plus grande part dans ses travaux : la théorie des fonctions et la théorie des transcendantes elliptiques et abéliennes, où une éclatante découverte a marqué son début dans la Science.

» Weierstrass a donné une théorie complète, définitive et maintenant classique des fonctions uniformes. Leurs expressions analytiques, leurs divers genres de discontinuités, ces notions absolument fondamentales inconnues à Abel, à Jacobi, aux grands géomètres de la première moitié de ce siècle, sont maintenant familières aux commençants; ils savent aussi qu'une fonction continue peut ne pas avoir de dérivée, leur horizon s'est agrandi sans qu'il leur en ait coûté d'efforts.

» Après la théorie des fonctions uniformes, les découvertes de Riemann sur les fonctions algébriques ont ouvert un champ d'études beaucoup plus ardues, que remplissent, à notre époque, un grand nombre de beaux et

importants travaux. Dans une lettre adressée à M. Schwarz, Weierstrass expose à quel point de vue entièrement nouveau il s'est placé dans ces profondes et difficiles questions. L'analyse qu'il communique à notre éminent Correspondant est un chef-d'œuvre d'invention. Elle jette jusque dans son origine élémentaire une vive lumière sur la question, en représentant les variables qui satisfont à une équation algébrique par un nombre fini d'expressions qui contiennent une indéterminée auxiliaire et se déduisent toutes d'une seule d'entre elles. Elle conduit à la notion du genre par un chemin bien différent de celui du premier inventeur, en employant seulement les considérations algébriques, en excluant absolument les considérations du Calcul intégral; elle donne un exemple de plus de cette évolution des théories mathématiques qui se perfectionnent en multipliant les voies d'accès aux vérités nouvelles, et, par là, rendent de plus en plus abordables les résultats cachés qu'on ne pouvait atteindre qu'au prix de grands efforts.

» Cette circonstance se remarque aussi dans la théorie des intégrales eulériennes dont Weierstrass a, le premier, fait connaître la véritable nature, qui était restée inconnue après les grands travaux de Legendre, en démontrant que l'intégrale de seconde espèce est l'inverse d'une fonction holomorphe. De nombreuses méthodes permettent maintenant d'établir cette importante proposition dont la découverte a été comme le prélude des recherches de notre Confrère sur la théorie générale des fonctions uniformes.

» Mais aucune théorie n'a présenté une succession de points de vue différents et de méthodes variées, qui donne l'idée de la richesse en Analyse, comme la théorie des fonctions elliptiques.

» En premier lieu, les méthodes d'Abel et de Jacobi, puis, sous des formes variées, les procédés où les fonctions Θ servent de point de départ, enfin, la théorie des fonctions doublement périodiques. Ce n'est pas encore à un pareil degré de développement que l'Analyse est parvenue dans cet ordre de questions aussi difficiles qu'importantes, qui se lient étroitement aux fonctions elliptiques, et que Jacobi a ouvert en posant le problème de l'inversion des intégrales hyperelliptiques. Göpel et Rosenhain ont donné de ce problème une solution admirée des analystes dans le cas le plus simple des intégrales de première classe. Elle est fondée sur la considération de fonctions de deux variables analogues aux fonctions Θ; mais on rencontre dans cette voie, à partir des intégrales de seconde classe, des difficultés insurmontables, qui montrent que la même méthode ne leur

est pas applicable. La découverte de la solution générale appartient en entier à Weierstrass; elle est l'une des plus importantes et des plus belles qui aient été faites en Analyse; je m'y arrêterai un moment.

» Les transcendantes dont il s'agissait d'obtenir l'expression pour résoudre le problème de Jacobi sont des fonctions de plusieurs variables. La nature propre de ce genre de quantités est extrêmement cachée; à tous les points de vue, elles diffèrent essentiellement des fonctions d'une seule variable; les analogies qui les rapprochent parfois échappent le plus souvent; elles offrent, dans nos connaissances analytiques, une lacune qui ne sera peut-être jamais comblée. C'est alors cependant qu'en procédant comme pour les fonctions elliptiques, Weierstrass établit que les quantités cherchées sont à sens unique, qu'elles appartiennent à la catégorie des fonctions auxquelles on donne maintenant la dénomination d'*uniformes*. Au point de vue de la doctrine, ce résultat est extrêmement remarquable; il anticipait sur notre époque, il dégageait en Analyse une de ces idées fondamentales préparées par une lente élaboration, qui contiennent en germe les progrès de la Science. Une méthode profonde, des calculs rappelant la perfection et l'élégance de Gauss et de Jacobi conduisent ensuite au quotient de deux fonctions holomorphes, généralisation de la transcendante Θ. Les beaux résultats de Göpel et Rosenhain sont retrouvés et dépassés, sous un point de vue nouveau, avec une plus grande puissance d'invention avec la découverte de l'expression logarithmique des intégrales de troisième espèce. « Je ne crois pas, dit justement Weierstrass, » qu'on puisse traiter, par les méthodes de ces deux géomètres, des fonc» tions abéliennes d'un ordre supérieur au premier. » Nous avons vu de nos jours une voie toute différente ouverte par Riemann, fondée sur les principes propres au grand géomètre pour résoudre le problème de l'inversion des intégrales de fonctions algébriques quelconques, pour obtenir aussi l'expression générale des fonctions d'un nombre quelconque de variables, à un nombre double de périodes simultanées, et Weierstrass poursuivre par d'admirables travaux la marche en avant dans ces questions les plus élevées et les plus difficiles de l'Analyse.

» La vie de notre illustre Confrère a été en entier consacrée à la Science qu'il a servie avec un absolu dévouement. Elle a été longue et comblée d'honneurs; mais devant une tombe qui vient de se fermer, nous ne rappelons que son génie et cette universelle sympathie qui s'accorde à la noblese du caractère. Weierstrass a été droit et bon; qu'il reçoive le suprême hom-

mage plein de regrets et de respect que nous adressons à sa mémoire! Elle vivra aussi longtemps que des esprits avides de vérités consacreront leurs efforts aux recherches de l'Analyse, au progrès de la science du Calcul. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les résidus des intégrales doubles de fonctions rationnelles.* Note de M. **Émile Picard**.

« M. Poincaré a, comme on sait, étendu le théorème de Cauchy aux intégrales doubles de fonctions de deux variables complexes et introduit dans la Science la notion de résidu d'une intégrale double de fonction rationnelle (*Acta mathematica,* t. IX). Dans mon Mémoire sur les fonctions algébriques de deux variables et dans le tome II de mon *Traité d'Analyse* (page 256), je me suis placé à un autre point de vue que M. Poincaré, pour faire le calcul des résidus des intégrales doubles de fonctions rationnelles. J'ai eu, cet hiver, à reprendre cette question dans mon cours; il ne sera pas, je crois, sans intérêt d'indiquer, avec quelques détails, la marche suivie qui permet de traiter la question dans toute sa généralité.

» 1. On considère l'intégrale double

$$\int\int F(x, y)\, dx\, dy,$$

où $F(x, y)$ est une fonction rationnelle de x et y, et l'on prend sa valeur sur un continuum fermé à deux dimensions (surface) dans l'espace à quatre dimensions correspondant aux deux variables complexes x et y. On sait, d'après M. Poincaré, que, si la surface d'intégration peut être réduite à un point ou à une ligne, sans rencontrer des systèmes de valeurs de x et y pour lesquelles $F(x, y)$ devienne infinie ou indéterminée, la valeur de l'intégrale sera égale à zéro; dans le cas contraire, la valeur de l'intégrale pourra être différente de zéro. Cette valeur s'appelle alors un *résidu* de l'intégrale double, et ce sont *tous* les résidus de l'intégrale double que nous nous proposons de trouver.

» Écrivons l'intégrale sous la forme

$$\int\int \frac{P(x, y)}{A(x, y)}\, dx\, dy,$$

P et A étant deux polynomes en x et y, réductibles ou irréductibles. Pour une valeur donnée à y, l'équation en x

$$A(x,y) = 0$$

a un certain nombre de racines. Traçons dans le plan de la variable x un contour fermé C contenant à son intérieur un certain nombre de racines

$$x_1, x_2, \ldots, x_\alpha$$

de l'équation précédente. Quand y varie d'une manière continue, les x varient d'une manière continue; déformons en même temps d'une manière continue le contour C de manière que les racines $x_1, x_2, \ldots, x_\alpha$ restent toujours à son intérieur et que les racines de l'équation A, primitivement extérieures à C, lui restent toujours extérieures. Supposons que la variable y décrive alors un contour fermé Γ, tel que, quand elle revient au point de départ, les racines $x_1, x_2, \ldots, x_\alpha$ reprennent la même valeur ou soient seulement permutées entre elles. Dans ces conditions, l'ensemble des courbes C correspondant aux divers points de Γ peut être regardé comme formant un continuum *fermé* à deux dimensions dans l'espace à quatre dimensions. La fonction rationnelle

$$\frac{P(x,y)}{A(x,y)}$$

reste finie pour tous les points de cette surface, et la valeur correspondante de l'intégrale double est, en général, différente de zéro.

» 2. Le cas le plus simple est celui où le contour C ne contient qu'une seule racine x_1 à son intérieur; le contour Γ du plan des y doit être alors un cycle pour la racine x_1 de l'équation $A(x_1, y) = 0$, de telle sorte que x_1 revienne à sa valeur initiale quand y décrit Γ.

» Si l'on calcule la valeur de l'intégrale double, en laissant d'abord y constant, on a en premier lieu

$$2\pi i \frac{P(x_1,y)}{A'_x(x_1,y)},$$

et l'intégrale cherchée est égale à

$$2\pi i \int_\Gamma \frac{P(x_1,y)}{A'_x(x_1,y)}\, dy.$$

Elle est donc égale à une période d'une intégrale abélienne relative à la courbe $A = 0$, *ou à une de ses courbes composantes, si* A *est réductible.*

» Soient maintenant d'une manière générale $x_1, x_2, \ldots, x_\mu$ un ensemble de racines situées dans C et se permutant les unes dans les autres quand y décrit Γ. Nous pouvons substituer à C un certain nombre de courbes fermées, de telle sorte que chacune d'elles ne contienne que des racines se

permutant *circulairement* les unes dans les autres, et notre surface primitive d'intégration sera ainsi remplacée par un certain nombre de surfaces plus simples. Il suffira de considérer l'une d'elles, et de supposer par conséquent que C ne renferme que $x_1, x_2, \ldots, x_\mu$, en admettant que ces racines se permutent circulairement. Nous avons comme valeur de l'intégrale

$$(1) \qquad 2\pi i \int_\Gamma \left[\frac{P(x_1, y)}{A'_x(x_1, y)} + \frac{P(x_2, y)}{A'_x(x_2, y)} + \ldots + \frac{P(x_\mu, y)}{A'_x(x_\mu, y)} \right] dy.$$

Or, d'autre part, la courbe Γ, parcourue μ fois, formera évidemment un cycle pour la racine x_1; formons alors l'intégrale

$$2\pi i \int \frac{P(x_1, y)}{A_x(x_1, y)} dy,$$

le long du cycle ainsi défini. La valeur de cette intégrale sera égale à l'expression (1), les différents termes de cette expression correspondant aux différents tours faits sur la courbe Γ. Nous retrouvons donc encore, comme plus haut, une période d'intégrale abélienne.

» 3. Nous venons d'indiquer une classe étendue de surfaces fermées pour lesquelles le résidu correspondant se ramène à une période, polaire ou cyclique, d'une intégrale abélienne. On doit se demander si *tous les résidus de l'intégrale double considérée se ramènent à une somme de multiples des valeurs que nous venons de trouver*. La réponse est affirmative, comme nous allons l'établir.

» Si l'on pose $x = x_1 + ix_2$, $y = y_1 + iy_2$, toute surface à deux dimensions sera représentée par deux relations entre x_1, x_2, y_1, y_2. Nous supposons que le champ d'intégration ne corresponde pas à x arbitraire, y restant constant, auquel cas l'intégrale serait nulle; nous admettons aussi que le polynome $A(x, y)$ et ses divers facteurs irréductibles (s'il est réductible) contiennent simultanément x et y, comme on peut toujours le supposer. L'équation $A(x, y) = 0$ définit une variété à deux dimensions que nous désignerons sous le nom de *continuum* A.

» Pour une valeur donnée à y_2, l'équation $A(x, y) = 0$, ou, ce qui revient au même, les deux équations

$$\begin{aligned} A_1(x_1, x_2, y_1, y_2) &= 0 \\ A_2(x_1, x_2, y_1, y_2) &= 0 \end{aligned} \qquad (A = A_1 + iA_2)$$

définissent un ensemble de valeurs de x_1, x_2, y_1 que l'on peut regarder

comme représentant un certain nombre de courbes gauches α dans l'espace à trois dimensions (x_1, x_2, y_1). Chaque plan

$$y_1 = \text{const.}$$

rencontre les courbes α en un certain nombre de points toujours en même nombre, à savoir le nombre des racines de l'équation $A(x, y) = 0$ pour une valeur arbitraire donnée à y. Sauf pour certaines valeurs de y_2 en nombre fini, l'ensemble des courbes α ne présente pas de points multiples; les valeurs de y_2, pour lesquelles cet ensemble a un point multiple, correspondent aux coefficients de i dans les valeurs de y pour lesquelles l'équation $A(x, y) = 0$ a une racine multiple.

» Ceci posé, revenons à notre surface fermée S d'intégration conçue d'une manière tout à fait générale et que nous pouvons supposer tout entière à distance finie. Il n'y aura de points de la surface que pour des valeurs de y_2 comprises entre deux certaines limites a_1 et $a_2 (a_1 < a_2)$. Quand y_2 en croissant devient égale à a_1, une courbe correspondante commence à paraître sur S. Deux cas peuvent se présenter : ou bien cette courbe se réduit à un point, ou elle est la limite de deux courbes qui sont venues se confondre; dans toute autre hypothèse la surface ne serait pas fermée. La courbe ne peut d'ailleurs, pour $y_2 = a_1$, se réduire à un point si l'on veut que l'intégrale soit différente de zéro, car pour y_2 arbitraire la courbe correspondante extension de ce point ne tournerait pas autour des courbes α et l'on pourrait, par une déformation continue, réduire à zéro, sans rencontrer le continuum A, une portion fermée de la surface. Nous avons donc, pour $y_2 = a_1$, une certaine courbe enveloppant quelques-unes des lignes α; quand y_2 croît, cette courbe se dédouble et l'on a ainsi, pour y_2 arbitraire, des couples de courbes qui, pendant la variation continue de y_2, ne peuvent disparaître que deux par deux, en venant à coïncider. Nous désignerons, par C, une de ces courbes correspondant à une valeur d'ailleurs quelconque de y_2. Considérons alors une courbe C et les lignes α, qui correspondent à la même valeur de y_2. Par cette courbe C faisons passer une surface Σ ayant C pour contour; cette surface rencontrera une ou plusieurs lignes α, et soient M ces points de rencontre. Une déformation continue de C permettra, en supprimant les lignes parcourues deux fois en sens inverse, de la réduire à de petites courbes entourant les points M. On pourra ensuite déplacer ces dernières courbes de manière qu'elles soient chacune dans un plan

$$y_1 = \text{constante},$$

toutes ces réductions et tous ces déplacements s'effectuant d'ailleurs sans traverser les lignes α. De cette façon, nous avons remplacé la surface initiale S par un certain nombre de surfaces fermées engendrées par une petite courbe située dans un plan $y_1 = K$, en désignant par K une constante qui varie avec y_2 suivant une loi en grande partie arbitraire. Chacune de nos nouvelles surfaces rentre dans le type des surfaces étudiées au début du paragraphe précédent; l'ensemble des valeurs de y_2 et de y_1 donne sur le plan de la variable y une courbe fermée, et à chaque point de celle-ci correspond une petite courbe dans le plan de la variable x. Il est donc démontré que *tous les résidus de l'intégrale double peuvent être regardés comme des périodes cycliques ou polaires d'une intégrale abélienne.*

» 4. Pour donner un exemple, prenons le cas très simple de l'intégrale

$$\iint \frac{P(x,y)}{Q(x,y)\,R(x,y)}\,dx\,dy.$$

On suppose que les polynomes Q et R s'annulent pour $x = y = 0$, et que ce point est un point simple de rencontre pour les deux courbes $Q = 0$, $R = 0$. Pour une valeur de y voisine de zéro, l'équation $Q = 0$ a une racine x_1 voisine de zéro, et l'équation $R = 0$ une racine x_2 voisine de zéro. Prenons comme courbe C (n° 2), une courbe dans le plan des x entourant x_1 et laissant x_2 à son extérieur. Quand la variable y décrit autour de l'origine une courbe fermée Γ suffisamment petite, les points x_1 et x_2 reviennent à la fin à leur position initiale, et, si C en se déformant reste suffisamment rapproché de x_1, il laissera toujours x_2 à son extérieur. On peut, par exemple, supposer que C est un cercle de rayon fixe assez petit ayant x_1 pour centre. Le calcul de la valeur de l'intégrale double, sur la surface fermée ainsi définie, est immédiat, et l'on trouve,

$$-4\pi^2 \frac{P(0,0)}{\left(\frac{\partial R}{\partial y}\frac{\partial Q}{\partial x} - \frac{\partial R}{\partial x}\frac{\partial Q}{\partial y}\right)_{\substack{x=0\\y=0}}}.$$

» 5. Je termine par une remarque qui a plutôt un intérêt historique. Didon (*Annales de l'École Normale*, 1873) a considéré autrefois l'intégrale suivante :

$$\int_C\int_{C'} \frac{\Delta . dx\,dy}{f(x,y).\varphi(x,y)},$$

où Δ est le déterminant fonctionnel de f et de φ. Deux contours fermés C et C′ sont tracés respectivement dans les plans des x et des y; l'intégrale est

calculée en faisant décrire à x le contour C et à y le contour C'. On suppose, bien entendu, qu'il n'y a pas de système (x, y), annulant soit f soit φ, pour lequel x soit sur C et y sur C'. Didon démontre que l'intégrale précédente est égale au produit de $(2\pi i)^2$ par un nombre entier. Au point de vue de la théorie des résidus, ce résultat devient évident et l'on peut même lui donner une forme plus générale, en considérant l'intégrale

$$\int\int \frac{\Delta\, dx\, dy}{f.\varphi}$$

étendue à une surface fermée quelconque de l'espace à quatre dimensions, pourvu que sur cette surface le produit $f.\varphi$ soit toujours différent de zéro. »

PHYSIQUE. — *Recherches sur les rayons uraniques;* par M. **Henri Becquerel.**

Décharge des corps électrisés.

« Parmi les faits que j'ai signalés l'année dernière, comme révélant l'existence des rayons émis par l'uranium, la décharge des corps électrisés est un des phénomènes les plus intéressants. Pour les expériences que je rapporte aujourd'hui, j'ai fait usage d'un électroscope à deux feuilles d'or, isolé par la diélectrine de M. Hurmuzescu, d'électroscopes divers à décharges, et d'un électromètre à piles sèches et à une feuille d'or. En examinant la feuille d'or de ces appareils avec un microscope, dont l'oculaire porte un micromètre, on peut réaliser une grande sensibilité, et mesurer des différences de potentiel d'une fraction de volt. L'électromètre à piles sèches était gradué, à chaque expérience, par comparaison avec les divers éléments d'une pile zinc-cuivre-eau. En prenant la précaution d'envelopper toutes les substances isolantes de cages métalliques reliées à la terre, les expériences se font avec une grande régularité.

» Les divers échantillons d'uranium, qui m'ont servi dans ces expériences, m'ont obligeamment été remis par notre Confrère M. Moissan. Le premier est un disque de fonte d'uranium contenant quelques centièmes de carbone, et mesurant 67^{mm} de diamètre sur 5^{mm} environ d'épaisseur. Le second est un lingot d'uranium dans lequel M. Werlein m'a habilement taillé une sphère de $13^{mm},70$ de diamètre. Les autres fragments du lingot ont servi à diverses expériences.

» *Phénomènes d'influence.* — L'uranium décharge à distance, dans l'air, les corps électrisés à des potentiels quelconques; l'expérience a vérifié le fait depuis moins de 1 volt jusqu'à plus de 3000 volts. La durée de la dé-

charge ne paraît pas différente pour l'électricité positive et l'électricité négative.

» Si, après avoir isolé un morceau d'uranium, on l'électrise, il se décharge spontanément par l'air, et la vitesse de la décharge dépend du potentiel. Nous reviendrons plus loin sur ce point.

» Lorsqu'on déplace une masse d'uranium métallique, par rapport à d'autres masses conductrices, la capacité électrique du système varie, et comme pour un débit donné d'électricité la vitesse de la chute de potentiel est en raison inverse de la capacité, les résultats des diverses expériences ne sont comparables que si l'on tient compte de cette capacité, ou si on la maintient constante.

» Parmi les nombreuses séries d'expériences relatives à la décharge de l'électroscope à deux feuilles d'or par le disque d'uranium, je citerai les suivantes : le bouton de cuivre de l'électroscope, qui avait $15^{mm},9$ de diamètre, était entouré d'un gros tube de paraffine d'un diamètre un peu inférieur au diamètre du disque d'uranium, et sur la base duquel ce disque reposait horizontalement à une distance de quelques centimètres du bouton de l'électroscope. Si l'on charge l'électroscope, on voit ensuite les feuilles d'or se rapprocher peu à peu, et la vitesse de chute varie légèrement suivant que le disque d'uranium est isolé ou relié à la terre. Pour donner une idée de cette variation, je rapporterai seulement que, dans une expérience, le temps que les feuilles d'or ont mis pour se rapprocher de l'écartement de 20° à 10°, ce qui correspondait approximativement à des potentiels de 2500 et de 1400 volts, a été de 163 secondes, quand le disque était isolé, et de 151 secondes lorsqu'il était en communication avec le sol. Cette différence est due à ce que l'uranium, lorsqu'il est isolé, se charge spontanément d'électricité de même signe que la charge qui l'influence.

» On peut mettre le fait en évidence par diverses expériences. Par exemple, en répétant l'expérience décrite ci-dessus, on mettra le disque d'uranium isolé en relation avec un électromètre sensible, puis, tout en maintenant le disque au potentiel zéro, on chargera l'électroscope à deux feuilles d'or, d'électricité positive, et l'on supprimera la communication du disque avec le sol. La charge négative, que le disque a prise par influence, se dissipe peu à peu, et l'électromètre accuse un potentiel croissant, qui atteint bientôt un maximum. Ce maximum resterait fixe, si la charge qui influence le disque restait constante, mais comme celle-ci se dissipe peu à peu par l'effet de l'uranium, le maximum baisse progressivement. En mesurant à la fois les potentiels du disque d'uranium et de

l'électroscope, que celui-ci déchargeait, on a obtenu les nombres suivants à divers instants de la décharge :

Potentiels en volts.

Électroscope.....	1910	1720	1475	1235	910	660	350	180
Disque d'uranium.	18,6	17	14,75	13,3	12	11	10	9
Rapports.........	102,7	101,1	100	92,8	75,8	60	35	20

» Au lieu d'employer un électromètre, on peut relier le disque d'uranium à un électroscope à décharges très sensible. La feuille d'or indique alors un débit continu, qui s'arrête lorsque le potentiel est devenu inférieur à celui qui est nécessaire pour provoquer la décharge.

» Je citerai encore l'expérience suivante : deux petites boules de cuivre isolées ont été disposées à une petite distance l'une de l'autre; dans l'air, l'une mise en relation avec l'électroscope à décharges ou avec un électromètre, l'autre chargée d'électricité. Dans les conditions ordinaires, l'influence produit un mouvement de la feuille d'or ou une décharge et le phénomène s'arrête là. Si l'on vient alors à approcher des deux boules le disque d'uranium, en communication avec le sol, on voit l'électroscope accuser un débit continu, comme si l'électricité de la boule électrisée passait sur l'autre au travers de l'air. On peut varier l'expérience en mettant la seconde boule tout d'abord au potentiel zéro, puis, lorsqu'on vient à l'isoler, on la voit se charger progressivement et atteindre le potentiel qu'elle aurait pris directement par influence si elle était restée isolée.

» Ces expériences réussissent très bien avec des potentiels de quelques volts. Si l'on emploie de forts potentiels, il importe de se mettre à l'abri de la déperdition par convection dans l'air, qui pourrait masquer le phénomène. On pourrait essayer de mettre en évidence le débit d'électricité au moyen d'un galvanomètre, et ce serait la méthode la plus facile pour mesurer exactement ce débit; mais les quantités d'électricité mises en jeu dans les conditions des expériences présentes ont été trop faibles pour être décelées par ce moyen.

» Le disque d'uranium, qui a été employé dans ces expériences, perd très vite les charges d'électricité qu'on lui donne; l'effet est dû au rayonnement particulier à l'uranium, mais cet effet peut être notablement troublé par les aspérités du lingot.

» Afin d'étudier les phénomènes de charge et de décharge dans des conditions plus régulières, j'ai fait tailler la petite sphère d'uranium dont

il a été question plus haut, et j'ai refait avec cette sphère des expériences identiques aux expériences précédentes : décharge des corps électrisés, débit par l'électroscope à décharges, etc. La déperdition étant beaucoup moins rapide pour la sphère que pour le disque, celle-ci se charge par influence à un potentiel bien supérieur à celui que prend le disque. Le phénomène a été étudié en plaçant la sphère d'uranium sur un anneau de cuivre, horizontal, maintenu par un fil de cuivre rigide et bien isolé par un bloc de paraffine. Au-dessus de la petite sphère, on avait disposé une boule de cuivre de $15^{mm},50$ de diamètre, isolée et mobile au moyen d'une vis micrométrique de façon à pouvoir l'amener soit au contact, soit à une distance déterminée de la sphère d'uranium.

» La sphère d'uranium était en relation avec la feuille d'or de l'électromètre à piles sèches et la boule de cuivre avec un fil qui pouvait, soit être mis à la terre, soit toucher le pôle positif des divers éléments d'une pile zinc-cuivre-eau, dont le pôle négatif était à la terre.

» Dans ces conditions, si l'on met d'abord la sphère d'uranium au potentiel zéro, puis la boule de cuivre au potentiel constant V et qu'on isole ensuite le système de la sphère d'uranium et de l'électromètre, on constate que, au lieu de rester à zéro, ce système prend un potentiel croissant qui atteint bientôt un maximum v, proportionnel à V et variable avec la distance des deux boules. Si l'on charge alors le système à un potentiel supérieur à v, celui-ci baisse et retombe à v, qui correspond à un état d'équilibre stable. On a obtenu les valeurs suivantes :

Distance des boules.	$0^{mm},5$.	1^{mm}.	2^{mm}.	3^{mm}.	4^{mm}.	5^{mm}.
Potentiels de la sphère de cuivre inductrice V.	Potentiels de la sphère d'uranium v.					
volts	volts	volts	volts	volts	volts	volts
5	1,6	1,75	»	»	»	»
10	3,2	3,6	»	»	»	»
15	4,9	»	»	»	»	»
20	6,4	6,5	»	»	»	»
25	7,8	»	»	»	»	»
30	»	9,3	»	»	»	»
40	12,4	12,2	»	»	»	»
50	16,2	16	15,7	15,1	14,6	13,7

» Si l'on substitue à la sphère d'uranium une sphère de cuivre, isolée, le potentiel, quand la distance des boules est de 1^{mm}, et $V = 50$ volts, est $v = 3^{volts},8$, environ le quart du potentiel que prend l'uranium dans les mêmes conditions.

» *Rôle de l'air dans la décharge.* — J'ai montré, il y a quelques mois, que les gaz ayant été soumis à l'action des rayons de l'uranium, conservent la propriété singulière de décharger les corps électrisés, lorsque ces gaz viennent en contact avec ces corps. Il en résulte que lorsque la décharge se fait dans un gaz en repos, la propriété conductrice qu'acquiert le gaz doit jouer un rôle dans le phénomène. Par exemple, lorsque la décharge se fait dans l'air, si l'on vient à enlever l'air à mesure qu'il se modifie sous l'influence de l'uranium, la décharge doit être plus lente. C'est, en effet, ce que montrent les expériences que l'on peut réaliser. Dans une première série d'expériences relative à la décharge de l'électroscope à deux feuilles d'or par le disque d'uranium, j'ai employé les dispositions décrites plus haut; le tube de paraffine avait été muni de deux tubes de verre horizontaux, permettant de faire passer, sur la boule de l'électroscope, un courant d'air traversant l'espace compris entre le cylindre de paraffine et le disque d'uranium qui le fermait à la partie supérieure.

» Le courant d'air était obtenu soit par de l'air enfermé dans un sac et comprimé par des poids, soit par une soufflerie. Le disque d'uranium étant en communication avec la terre, la chute des feuilles d'or s'est faite inégalement vite, suivant que l'air était en repos ou en mouvement. On a eu en particulier, pour la durée de la chute de 20° à 10° d'écartement, les valeurs suivantes :

	Même vitesse du courant d'air.		Courant d'air plus fort.		
					On interpose 2 feuilles minces d'aluminium.
Séries	1.	2.	3.	4.	
Air en repos......	$140^s,50$	$136^s,50$	$138^s,00$	$146^s,00$	$191^s,00$
Air en mouvement.	171,00	165,00	173,00	193,00	236,00
Rapports.....	0,82	0,82	0,80	0,76	0,80

» L'expérience faite en interposant, entre le disque d'uranium et l'air en mouvement, deux feuilles minces d'aluminium battu, de $\frac{1}{1200}$ de millimètre d'épaisseur environ, et pour laquelle le ralentissement de la décharge est le même, montre bien que l'air modifié intervient dans la décharge. Dans ces expériences le courant d'air était faible; l'effet augmente avec la vitesse du courant. Par exemple, en plaçant le disque verticalement, à $0^m,42$ de distance du bouton de l'électroscope et en projetant sur le disque, dans une direction faisant environ 30° avec la normale, le courant

d'air d'une soufflerie de manière à rejeter loin de l'électroscope l'air qui a séjourné près du disque, on a obtenu le ralentissement suivant :

	Durée de la chute des feuilles d'or de 20° à 10°.	Rapports.
Air en repos	76^s	1,000
Courant d'air des expériences précédentes	102	0,745
Courant d'air de la soufflerie	232	0,327

» Dans cette expérience l'entraînement de l'air a donc réduit l'action de l'uranium au tiers de sa valeur.

» Puisque le gaz ambiant joue un pareil rôle, on est conduit à rechercher si en raréfiant l'air on ne diminuerait pas l'action de l'uranium au point de l'annuler. C'est, en effet, ce que l'expérience tend à montrer.

» Un accident arrivé à l'appareil que j'avais construit ne m'a pas encore permis d'opérer dans le vide à peu près complet, non plus que de faire des mesures assez précises sur la décharge au milieu de divers gaz. Je continue en ce moment ces expériences. Dans des essais préliminaires faits en enfermant la sphère d'uranium sous la cloche d'une machine pneumatique, j'ai observé que dans l'acide carbonique la décharge est un peu plus rapide et dans l'hydrogène un peu plus lente que dans l'air.

» En raréfiant l'air sous la cloche, la décharge devient très lente. Par exemple, la sphère d'uranium étant portée au potentiel de 15 volts, j'ai observé les vitesses de déperdition suivantes, exprimées en fractions de volt et rapportées à la seconde de temps :

	Pressions.	Sphère d'uranium.	Pressions.	Sphère d'uranium et lamelle d'uranium.
	mm	volts	mm	volts
	760	0,1640	761	0,2140
	18	0,0257	13	0,0271
Rapports	0,154	0,156	0,130	0,127

» Les nombres de la dernière ligne du Tableau précédent sont les rapports des vitesses de déperdition, et les rapports des racines carrées des pressions. On voit que, d'après ces expériences, les vitesses de déperdition seraient sensiblement proportionnelles à la racine carrée de la densité du milieu gazeux ambiant; cependant cette assertion demande à être confirmée par des expériences plus précises que je poursuis en ce moment.

» *Recherche de la loi de la chute du potentiel en fonction du temps.* — Le débit d'électricité, par une surface d'uranium déterminée, est fonction de la valeur du potentiel V. La recherche de cette fonction a présenté de nombreuses difficultés, car les électroscopes, disposés pour les expériences dont il vient d'être question, ont des capacités très notable-

ment différentes pour les diverses positions des feuilles d'or. Avec l'électroscope à deux feuilles, la capacité augmente environ de moitié quand les feuilles d'or divergent de 20°. La graduation de cet électroscope, et la mesure des capacités, et surtout la détermination des corrections, ont présenté trop d'incertitudes pour que l'on puisse déduire des conclusions précises des nombreux résultats que j'avais accumulés. On peut atténuer l'effet de la variation de la capacité des appareils en leur adjoignant une capacité un peu grande, et constante, mais la lenteur de la chute du potentiel devient telle que d'autres causes d'erreur peuvent s'introduire.

» Je citerai, comme exemples, les séries suivantes relatives à la décharge, par le disque d'uranium, des électroscopes réunis à un condensateur à lame d'air :

Faibles potentiels.		
V.	$\frac{dV}{dt}$.	$\frac{1}{V}\frac{dV}{dt}$.
14,3	0,1150	0,0080
13,0	0,1110	0,0085
11,5	0,0968	0,0084
10,1	0,0882	0,0087
8,6	0,0750	0,0087
7,1	0,0600	0,0084
5,5	0,0461	0,0084
4,0	0,0309	0,0077
2,3	0,0164	0,0071

Forts potentiels.		
V.	$\frac{dV}{dt}$.	$\frac{1}{V}\frac{dV}{dt}$.
1516	6,34	0,0041
1399	6,22	0,0044
1281	6,12	0,0047
1159	6,04	0,0052
1032	5,92	0,0057
898	5,77	0,0064
753	5,68	0,0075
602	5,34	0,0088
442	4,74	0,0107
269	3,89	0,0144

» Les nombres de ces deux Tableaux se rapportent à des capacités un peu différentes, et ne sont pas directement comparables.

» La loi de la déperdition, dans le cas des faibles potentiels, paraît se rapprocher de la loi du refroidissement des corps; toutefois, la variation bien nette des rapports calculés montre que l'on ne peut considérer cette conclusion comme établie par les nombres ci-dessus. Entre 1500 et 2500 volts, la vitesse de déperdition n'a pas sensiblement varié. Le fait peut être attribué à l'imperfection des appareils; j'espère pouvoir prochainement compléter ces premiers résultats. »

ANATOMIE GÉNÉRALE. — *Sur le mécanisme histologique de la cicatrisation et sur des fibres nouvelles, « fibres synaptiques »*. Note de M. L. **Ranvier**.

« On sait depuis les temps les plus reculés que les lèvres d'une plaie, quel que soit leur écartement, se rapprochent peu à peu jusqu'à arriver au

contact l'une de l'autre. C'est ainsi que se fait la cicatrice. On parle du tissu cicatriciel; mais personne ne sait ce qu'est ce tissu. On ne le sait pas, parce que l'on n'a pas suivi, jour par jour, heure par heure, son développement et son évolution. On ne le sait pas, parce que l'on ne s'est pas préoccupé de trouver de bons objets d'étude. Depuis plusieurs années je me livre à ces recherches. Dire, dans cette Note, toutes les expériences que j'ai faites, c'est impossible. J'y veux seulement indiquer mes conclusions, tout en me proposant de revenir plus tard sur le détail de mes expériences. Je désire surtout aujourd'hui faire connaître des fibres spéciales aux cicatrices, que je désignerai sous le nom de *fibres synaptiques*, du verbe grec συνάπτω, je réunis.

» Le premier objet d'étude sur lequel ont porté mes recherches est le grand épiploon des petits rongeurs, rats et cochons d'Inde. Si l'on envoie dans la cavité péritonéale de ces animaux, directement sur le grand épiploon, une quantité notable d'une solution de nitrate d'argent (dix à douze gouttes d'une solution dans l'eau distillée à $\frac{1}{300}$) on observe, trois à quatre jours après, que la membrane, qui, comme on le sait, est d'une extrême minceur, est revenue sur elle-même et forme un petit paquet massif dans lequel on ne peut plus rien trouver de la structure primitive. Toutes les travées si délicates de la membrane sont ramenées au contact les unes des autres et soudées entre elles par des fibres enlacées formant un feutrage dont les mailles sont occupées par des cellules endothéliales devenues stellaires et par des cellules lymphatiques. Quelles sont ces fibres? En opérant avec plus de ménagement, c'est-à-dire en envoyant dans la cavité abdominale une quantité moins considérable de la solution de nitrate d'argent et en faisant l'examen vingt-quatre ou quarante-huit heures après l'opération, on se convainc facilement de l'exactitude de mon ancienne description : il se forme d'abord des filaments de fibrine, simples ou anastomosés, qui s'attachent aux travées du réseau épiploïque; puis les cellules endothéliales s'hypertrophient, changent de forme et émettent des prolongements protoplasmiques d'une très grande longueur et fort complexes, qui s'accolent aux filaments de fibrine. Je me suis arrêté là dans la description du phénomène, car cela suffisait pour légitimer une théorie nouvelle de la cicatrisation. Je savais cependant déjà que les fibres qui naissent du conflit des filaments de fibrine et des prolongements protoplasmiques des cellules ont la propriété singulière de revenir sur elles-mêmes, c'est-à-dire de se rétracter; ce sont des fibres synaptiques.

» Les fibres synaptiques, quelle que soit leur origine, sont toujours at-

tachées très solidement aux faisceaux du tissu conjonctif, de telle sorte qu'en se rétractant elles les rapprochent peu à peu jusqu'à les amener en contact. Elles ont un diamètre très variable; en se rétractant elles augment d'épaisseur, comme le ferait une lanière de caoutchouc. Quelquefois, elles sont simples et vont directement d'un faisceau conjonctif à un autre faisceau conjonctif; le plus souvent, elles s'anastomosent entre elles sur leur parcours. Dans des plaies faites au pavillon auriculaire du lapin ou du rat, résultant d'une incision peu profonde, mais dont cependant les lèvres sont notablement écartées, elles forment un système régulier. Sur une coupe faite perpendiculairement à l'incision qui a déterminé la plaie, et deux à trois jours après, on en voit un faisceau, bien distinct, tendu en sautoir, établissant la limite entre le derme et l'épiderme, et dont les points d'attache sont dans les couches les plus superficielles du derme. C'est au sein de ce faisceau, ou sur sa face externe, que s'avancent une à une, pour ainsi dire, des cellules épithéliales, extrêmement aplaties, qui vont concourir à l'édification du nouvel épiderme. Mais je passe, parce qu'il s'agit ici d'un phénomène assez important pour motiver une Communication spéciale. Néanmoins, je veux encore signaler un fait que je reprendrai plus tard. Les incisions que l'on pratique au pavillon auriculaire du lapin ou du rat, quand bien même elles guérissent rapidement et sans suppuration apparente, sont toujours suivies d'une nécrose. Cette nécrose est très superficielle, il est vrai; cependant l'eschare comprend l'épiderme et une partie du derme. On en juge au microscope seulement et sur des coupes.

» Comparant ces plaies à celles de la cornée qui ne sont jamais accompagnées de nécrose, il m'a semblé que l'on devait attribuer cette lésion à la dessiccation. J'ai songé d'abord à appliquer sur la plaie un pansement humide; mais, considérant que les rats sont très soigneux de leur corps et que si on leur faisait une petite plaie dans une région qu'ils puissent facilement atteindre avec leur langue, ils la maintiendraient à un état d'humidité convenable, j'ai fait des incisions aux éminences plantaires et palmaires de ces animaux. La nécrose ne s'est plus produite. C'est donc bien une nécrose de dessiccation qui se fait aux lèvres des plaies du pavillon auriculaire du rat et du lapin. Plus tard je dirai comment l'eschare se détache et comment se fait la réparation définitive; je reviens aux fibres synaptiques.

» De tous les organes que j'ai expérimentés, il n'en est pas qui m'ait donné des résultats plus simples et plus démonstratifs que la plante du pied du cochon d'Inde. Ce petit rongeur est un plantigrade. Il a, comme l'homme,

à ses membres abdominaux seulement, une vraie plante du pied; mais, chose curieuse, on n'y observe aucune glande sudoripare. C'est une peau admirablement constituée, formée de papilles coniques fort régulières et d'un épiderme très épais. Je passe sur les détails de structure, bien qu'ils soient très intéressants; pourtant je dois dire encore que la couche profonde du derme y est formée d'un tissu fibreux résistant, constitué par de grosses fibres, analogues à celles des tendons, que ces fibres sont entrelacées et qu'entre elles il existe des cellules conjonctives grandes et de forme compliquée.

» Les plaies que j'ai sous les yeux, en rédigeant cette description, ont été faites par une seule incision qui a atteint à peu près la moitié de l'épaisseur de cette couche; elles remontent seulement à vingt-quatre et quarante-huit heures. En général, au bout de quarante-huit heures, le revêtement épidermique est reconstitué. La plaie est fermée, mais le travail réparateur n'est point achevé. Il reste au-dessous de l'épiderme, au sein du tissu fibreux, une fente qui, sur les coupes transversales, figure une logette. Cette logette est occupée par un réseau de fibres synaptiques qui, par sa forme et la grosseur de ses travées, diffère notablement du réseau fibrineux qui s'est formé, à l'origine, entre les lèvres et la plaie, aux dépens du sang épanché. Les fibres synaptiques, comme je l'ai déjà dit, s'insèrent très solidement aux faisceaux conjonctifs qui ont été sectionnés. On en voit quelques-unes qui sont fixées sur des cellules conjonctives, ou plutôt des prolongements de ces cellules semblent se poursuivre sur des fibres synaptiques. Du reste, toutes les cellules conjonctives qui sont dans le voisinage de la logette, c'est-à-dire de la plaie, sont hypertrophiées; leurs noyaux sont grands, nettement dessinés et quelques-uns d'entre eux contiennent un filament de chromatine glomérulé, indice d'une division prochaine (première phase de la karyokinèse).

» Il n'est pas aussi facile que dans le grand épiploon de suivre les prolongements protoplasmiques des cellules sur le réticulum fibrineux primitif. Cela se comprend. Jamais on ne verra aussi distinctement, dans une coupe, les phénomènes que l'on observe dans une mince membrane convenablement fixée, colorée et tendue. Les préparations de cette sorte sont incomparables. On peut cependant, surtout en se guidant sur l'analogie, reconnaître que les cellules conjonctives hypertrophiées qui bordent la plaie y envoient de nombreux prolongements, et que ces prolongements se confondent avec les fibres synaptiques. Bien plus, ces cellules semblent comme

attirées dans la plaie, et je crois qu'elles le sont en effet. Dans les expériences que j'ai faites sur le grand épiploon, j'ai constaté, de la manière la plus certaine, que des fibres synaptiques insérées sur des cellules pouvaient, en se rétractant, entraîner ces cellules, les étirer d'abord, puis les détacher et les transporter finalement plus ou moins loin de leur siège primitif. Il paraît se produire des phénomènes analogues dans les plaies du tégument externe. Je pense que beaucoup de cellules que l'on voit ultérieurement dans les cicatrices y ont été apportées par ce mécanisme singulier ; je parle seulement des premières cellules conjonctives qui s'y trouvent, parce qu'ensuite elles se multiplient et en forment alors de nouvelles.

» Le réticulum des fibres synaptiques dans une plaie de la plante du pied du cochon d'Inde, quarante-huit heures après l'incision, ne contient pas encore de cellules conjonctives. Les globules rouges du sang primitivement épanché ont disparu en partie ou en totalité; à leur place, on observe un grand nombre de leucocytes polynucléés et quelques noyaux libres. Les leucocytes y sont venus par migration, sans doute; peut-être aussi se sont-ils multipliés par division directe.

» Je me suis expliqué, dans une Note précédente, sur le rôle de ces éléments. Je ne veux pas y revenir aujourd'hui. Cependant je dois faire remarquer que leur abondance dans le réticulum synaptique, encore dépourvu de vaisseaux sanguins, vient à l'appui de la thèse que je soutiens, à savoir que les cellules migratrices, en allant partout où des matériaux nutritifs ne sont pas apportés directement par la circulation sanguine, viennent compléter l'œuvre physiologique de la circulation proprement dite.

» En résumé, trois éléments organiques semblent concourir à la formation des fibres synaptiques : la fibrine, les cellules conjonctives ou endothéliales et les cellules lymphatiques. Ainsi la fibrine, dont jusqu'à présent on ne pouvait pas saisir le rôle physiologique, serait un des facteurs importants de l'édification des tissus et surtout de leur régénération. »

M. Guyon fait hommage à l'Académie, pour la bibliothèque de l'Institut, du troisième Volume de ses « Leçons sur la séméiologie, le diagnostic, la pathologie et la thérapeutique générales des maladies des voies urinaires ». Ce Volume, surtout consacré à la Thérapeutique, comprend : l'étude de l'antisepsie urinaire, celle du cathétérisme et des moyens de

traitement dont il est l'agent, et enfin celle de l'anesthésie générale et locale. On y trouvera aussi l'exposé des méthodes et des divers procédés d'investigation.

CORRESPONDANCE.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Observations du Soleil, faites à l'observatoire de Lyon (équatorial Brunner), pendant le quatrième trimestre de* 1896. Note de M. J. Guillaume, présentée par M. Mascart.

« Les Tableaux suivants résument ces observations.

» Le premier donne, à droite de l'indication du mois, le nombre proportionnel des jours sans taches; les colonnes successives renferment les époques d'observation, le nombre d'observations de chaque groupe, le moment du passage au méridien central du disque solaire (en jour et fraction de jour, temps civil de Paris), les latitudes moyennes, les surfaces moyennes des groupes de taches exprimées en millionièmes de l'aire d'un hémisphère et réduites au centre du disque; à la fin de chaque mois, on a indiqué le nombre de jours d'observation et la latitude moyenne de l'ensemble des groupes observés dans chaque hémisphère.

» Le deuxième Tableau donne les nombres mensuels de groupes de taches contenues dans des zones consécutives de 10° de largeur et les surfaces mensuelles des taches.

» Le troisième renferme des données analogues pour les régions d'activité du Soleil, c'est-à-dire pour les groupes de facules contenant ou non des taches; dans ce dernier Tableau, les surfaces mensuelles des facules, toujours réduites au centre du disque, sont exprimées en millièmes de l'hémisphère.

» On a obtenu 36 observations pendant ce trimestre.

Tableau I. — *Taches.*

Dates extrêmes d'observ.	Nombre d'observations.	Pass. au mér. central.	Latitudes moyennes S.	Latitudes moyennes N.	Surfaces moyennes réduites.
		Octobre 1896. — 0,00.			
30- 3	2	3,5	−15		14
5	1	4,8	−13		1
5	1	5,6	− 8		1
5	1	8,4	−19		1
6-13	5	12,6		+10	73
13-16	2	13,0	−15		39
13	1	15,6		+23	18
24-26	2	21,1	− 7		23
16-27	4	22,6	− 8		177
24	1	23,6	− 9		3
24-27	3	23,8		+ 4	88
26-27	2	24,5		+ 5	1
26	1	26,0		+15	1
		Octobre 1896 (suite) — 0,00.			
24-27	3	26,2	− 7		2
24-27	3	30,0	−14		210
27	1	31,0	−18		1
	11 j.		−12°,1	+11°,4	
		Novembre 1896. — 0,00.			
3	1	3,1		+12	1
3	1	3,8	−26		1
5	1	4,7		+10	1
5	1	7,8		+17	2
13-14	2	8,4		+ 8	40
3-14	9	8,6	−15		596

Dates extrêmes d'observ.	Nombre d'observations.	Pass. au mér. central.	Latitudes moyennes S.	Latitudes moyennes N.	Surfaces moyennes réduites.
		Novembre 1896.	0,00.		
13	1	9,4		+14	2
3-12	7	9,5	−15 }		83
3-14	9	10,2	−15 }		
9-14	5	11,5	− 7		198
7-14	6	13,1	−11		60
14	1	15,3	−11		30
11-14	4	16,4	− 8		122
21-22	2	18,1		+ 3	4
13	1	18,5	−10		2
20-23	4	21,0	−12		42
23	1	23,0		+20	1
23-27	2	24,8	−11		2
21-22	2	26,0	−18		4
27-30	2	26,5	−20		3
21-30	5	26,7		+ 6	33
27	1	27,8	−27		1
27	1	28,1		+ 2	1
27	1	28,1		+16	1
27	1	30,2	− 2		1
	15 j.		−13°,8	+10°,8	

Dates extrêmes d'observ.	Nombre d'observations.	Pass. au mér. central.	Latitudes moyennes S.	Latitudes moyennes N.	Surfaces moyennes réduites.
		Décembre 1896. — 0,00.			
30- 8	3	4,9		+ 9	158
30- 8	3	5,9	−17		93
5-11	3	6,7		+20	109
8-14	3	8,7	−14		55
5-14	4	10,7	−18		26
17	1	15,2	− 8		9
17	1	15,5		+ 4	1
14-17	2	15,8	−19		24
14-21	3	16,7	− 9		114
21	1	19,6	−10		3
17	1	20,1	−20		1
17	1	21,0		+13	5
21	1	22,6		+10	5
21	1	23,4	−19		3
21-28	3	24,9	−11		27
21-28	3	25,1		+ 5	263
26-28	2	26,7	−14		110
	8 j.		−14°,5	+10°,2	

Tableau II. — *Distribution des taches en latitude.*

	Sud. 90°-40°.	40°-30°.	30°-20°.	20°-10°.	10°-0°.	Somme.	Nord. Somme.	0°-10°.	10°-20°.	20°-30°.	30°-40°.	40°-90°.	Totaux mensuels.	Surfaces mensuelles.
Octobre....	»	»	»	6	5	11	5	3	1	1	»	»	16	653
Novembre..	»	»	2	8	4	14	10	5	5	»	»	»	24	1231
Décembre..	»	»	»	8	3	11	6	4	2	»	»	»	17	1006
Totaux..	»	»	2	22	12	36	21	12	8	1	»	»	57	2890

Tableau III. — *Distribution des facules en latitude.*

	Sud. 90°-40°.	40°-30°.	30°-20°.	20°-10°.	10°-0°.	Somme.	Nord. Somme.	0°-10°.	10°-20°.	20°-30°.	30°-40°.	40°-90°.	Totaux mensuels.	Surfaces mensuelles.
Octobre.....	»	2	6	10	3	21	7	3	3	1	»	»	28	25,9
Novembre...	»	»	»	9	3	12	11	4	7	»	»	»	23	21,2
Décembre...	»	»	1	8	3	12	5	2	2	1	»	»	17	16,8
Totaux...	»	2	7	27	9	45	23	9	12	2	»	»	68	63,9

» *Taches.* — Les taches ont été un peu plus nombreuses que pendant le trimestre précédent (57 groupes au lieu de 50), mais, au total, la surface est moindre (2890 millionièmes au lieu de 3855), et c'est toujours l'hémisphère austral qui en fournit le plus.

» Une tache a été visible à l'œil nu dans la première quinzaine de

novembre à -15° de latitude, son passage au méridien central du disque a eu lieu le 8,6.

» Enfin le Soleil n'a été vu sans tache aucun jour.

» *Régions d'activité.* — Les groupes de facules sont en diminution [1]. On a, en effet, 68 groupes et une surface de 63,9 millièmes au lieu de 78 groupes et 87,7 millièmes fournis par le précédent trimestre. Comme les taches, les facules continuent à être moins nombreuses au nord qu'au sud de l'équateur. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur la théorie des surfaces.* Note de M. **A. Pellet**.

« Rapportons une surface au système d'axes rectangulaires formé par la normale et les tangentes aux lignes de courbure en un point; on aura

$$(1)\quad z = \frac{1}{2}(ax^2 + by^2) + \frac{1}{6}\left(\frac{\partial a}{\partial s}x^3 + 3\frac{\partial a}{\partial s_1}x^2y + 3\frac{\partial b}{\partial s}xy^2 + \frac{\partial b}{\partial s_1}y^3\right) + \ldots,$$

a, b désignant les courbures principales et $\frac{\partial}{\partial s}$, $\frac{\partial}{\partial s_1}$ indiquant les dérivées, prises par rapport aux arcs, des lignes de courbure tangentes aux axes des x et des y.

» On déduit de là, par un calcul élémentaire, pour courbure géodésique de la ligne asymptotique tangente à la droite $x\sqrt{-b} = y\sqrt{a}$,

$$\frac{1}{2\sqrt{(a-b)^3}}\left[\left(3a\frac{\partial b}{\partial s} - b\frac{\partial b}{\partial s}\right)\frac{1}{\sqrt{a}} - \left(3b\frac{\partial a}{\partial s_1} - a\frac{\partial b}{\partial s_1}\right)\frac{1}{\sqrt{-b}}\right]$$

(*voir* Darboux, *Leçons sur la théorie des surfaces*, t. II, p. 401); et pour courbures géodésiques des lignes de courbure

$$-\frac{1}{a-b}\frac{\partial a}{\partial s_1}, \quad -\frac{1}{b-a}\frac{\partial b}{\partial s}.$$

u et v étant les paramètres des lignes de courbure, et $A^2\,du^2 + B^2\,dv^2$ le carré de l'élément linéaire de la surface, on aura donc les trois équations

$$\frac{a-b}{A}\frac{\partial A}{\partial v} + \frac{\partial a}{\partial v} = 0, \qquad \frac{b-a}{B}\frac{\partial B}{\partial u} + \frac{\partial b}{\partial u} = 0,$$

$$ABab = -\left[\frac{\partial}{\partial u}\left(\frac{1}{A}\frac{\partial B}{\partial u}\right) + \frac{\partial}{\partial v}\left(\frac{1}{B}\frac{\partial A}{\partial v}\right)\right]$$

entre les quatre fonctions a, b, A, B.

[1] Le mauvais temps a causé des lacunes qui ont fait manquer l'observation de plusieurs groupes.

» Lorsque les lignes de courbure sont isothermiques, auquel cas on peut faire $A = B$, elles deviennent

$$\frac{a-b}{A}\frac{\partial A}{\partial v} + \frac{\partial a}{\partial v} = 0, \qquad \frac{b-a}{A}\frac{\partial A}{\partial u} + \frac{\partial b}{\partial u} = 0,$$

$$A^2 ab = -\left[\frac{\partial^2}{\partial u^2}(l.A) + \frac{\partial^2}{\partial v^2}(l.A)\right].$$

» Si a, b, A est un système de solutions de ces équations, $A^2 a$, $-A^2 b$, $\frac{1}{A}$ en est un autre système ; les surfaces correspondantes ont même représentation sphérique, $A^2(a^2 du^2 + b^2 dv^2)$, et, par suite, peuvent être placées de manière à avoir leurs plans tangents parallèles aux points correspondants. Pour qu'elles puissent devenir parallèles, il faut qu'on ait

$$A^2 a = \frac{a}{1+al}, \qquad -A^2 b = \frac{b}{1+bl},$$

l étant la longueur à porter sur chaque normale à la première surface ; d'où $2 + (a+b)l = 0$, ce qui exige que $a + b$ soit une constante K, et alors $l = -\frac{2}{K}$, et $A^2 = \frac{K}{b-a}$; on vérifie que cette valeur satisfait aux équations.

» Les formules précédentes permettent d'écrire immédiatement les équations différentielles auxquelles doivent satisfaire H, H_1, H_2 pour que $H\,d\rho^2 + H_1\,d\rho_1^2 + H_2\,d\rho_2^2$ représente le carré de l'élément linéaire de l'espace.

» Ces quelques applications montrent l'intérêt qui s'attache à la formule (1) sur laquelle je désire appeler l'attention. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la décharge des conducteurs à capacité, résistance et coefficient de self-induction variables.* Note de M. **Michel Pétrovitch**, présentée par M. Picard.

« Envisageons un condensateur à capacité C, et soit Q_0 sa charge. Mettons-le en communication avec le sol par un fil de résistance R, dont le coefficient de self-induction est L. A un instant donné t, la charge du condensateur est Q et son potentiel $\frac{Q}{C}$ et si C, R, L restent invariables pendant le temps de la décharge, la charge Q sera donnée par des formules connues. Le caractère de la décharge dépend, comme l'on sait, du signe de la quantité

$$\frac{R^2}{4L} - \frac{1}{C}.$$

» Si cette quantité est positive, la décharge est *continue :* la charge va constamment en décroissant et tend vers zéro quand le temps augmente indéfiniment.

» Au contraire, si cette quantité est négative, la décharge est *oscillante :* le conducteur prend alors des charges alternativement de sens contraires et le fil est le siège de courants alternatifs.

» Je me propose d'indiquer ici une généralisation de ces théorèmes, relative aux cas où C, L, R varient avec le temps d'une manière quelconque pendant la décharge. Remarquons qu'il est facile de faire varier l'une quelconque de ces quantités pendant l'expérience, et l'on peut le faire de beaucoup de manières, de sorte qu'elles soient fonctions connues du temps.

» En désignant par I l'intensité du courant à l'instant t et en appliquant le principe de la conservation de l'énergie, on aura l'équation qui régit le phénomène

$$\mathrm{RI}^2\,dt + \mathrm{I}\,d(\mathrm{LI}) + \mathrm{I}\frac{\mathrm{Q}}{\mathrm{C}}\,dt = 0;$$

d'où, en remplaçant I par $\frac{d\mathrm{Q}}{dt}$, on tire l'équation linéaire du second ordre

$$(1)\qquad \mathrm{L}\frac{d^2\mathrm{Q}}{dt^2} + \left(\mathrm{R} + \frac{d\mathrm{L}}{dt}\right)\frac{d\mathrm{Q}}{dt} + \frac{1}{\mathrm{C}}\mathrm{Q} = 0$$

à coefficients variables. En posant

$$(2)\qquad \mathrm{Q} = \frac{1}{\sqrt{\mathrm{L}}}\,y\,e^{-\frac{1}{2}\int\frac{\mathrm{R}}{\mathrm{L}}dt},$$

l'équation (1) se transforme en

$$(3)\qquad \frac{d^2y}{dt^2} + \varpi(t)\,y = 0,$$

où

$$(4)\qquad \varpi(t) = \frac{1}{\mathrm{CL}} - \frac{1}{2}\frac{d}{dt}\left(\frac{\mathrm{R}}{\mathrm{L}} + \frac{d}{dt}\log\mathrm{L}\right) - \frac{1}{4}\left(\frac{\mathrm{R}}{\mathrm{L}} + \frac{d}{dt}\log\mathrm{L}\right)^2.$$

» Dans chaque cas particulier on connaîtra cette fonction $\varpi(t)$, qui dépend de la disposition de l'expérience et l'on peut montrer que le caractère du phénomène, dans un intervalle considéré de temps de $t = t_1$ jusqu'à $t = t_2$, dépendra du signe de cette fonction dans cet intervalle.

» Reportons-nous à une propriété connue des équations linéaires du second ordre à coefficients variables, d'après laquelle, si l'on considère

deux équations

$$\frac{d^2u}{dt^2} + \varphi(t)\,u = 0,$$

$$\frac{d^2z}{dt^2} + \chi(t)\,z = 0,$$

et si pour les valeurs de t, comprises dans un intervalle (t_1, t_2), les fonctions $\varphi(t)$ et $\chi(t)$ sont finies, continues et telles que

$$\varphi(t) \leqq \chi(t);$$

deux zéros consécutifs de u, dans l'intervalle t_1, t_2, comprennent au moins un zéro de z.

» En appliquant ce théorème au problème qui nous occupe, on aura les propositions suivantes :

» 1° *Dans tout intervalle de temps (t_1, t_2), dans lequel la fonction $\varpi(t)$, définie par (4) est constamment négative, la charge du conducteur ne peut changer de sens plus d'une fois; avant et après ce changement, la décharge est continue.*

» Car, si l'on désigne par $-$ M la plus grande valeur que $\varpi(t)$ prend entre les limites (t_1, t_2), et si l'on envisage l'équation

$$\frac{d^2z}{dt^2} - \mathrm{M}z = 0,$$

son intégrale générale

$$z = \mathrm{C}_1 e^{t\sqrt{\mathrm{M}}} + \mathrm{C}_2 e^{-t\sqrt{\mathrm{M}}},$$

d'après le théorème cité plus haut, aura au plus autant de zéros dans l'intervalle (t_1, t_2) que z, c'est-à-dire au plus un zéro.

» 2° *Dans tout intervalle de temps (t_1, t_2), dans lequel la fonction $\varpi(t)$ est constamment positive, la décharge est* oscillante; *de plus, si l'on désigne par* M *et* N *la plus grande et la plus petite valeur que prend cette fonction entre ces limites, la charge du conducteur change de signe dans cet intervalle au moins autant de fois qu'il y a d'unités entières dans*

$$\frac{(t_2 - t_1)\sqrt{\mathrm{N}}}{\pi},$$

et, au plus, autant de fois qu'il y a d'unités entières dans

$$\frac{(t_2 - t_1)\sqrt{\mathrm{M}}}{\pi} + 1.$$

» Car, d'après le théorème précédent, l'intégrale y de (3) s'annulera

au moins autant de fois dans l'intervalle (t_1, t_2) que l'intégrale

de l'équation
$$u = C_1 \sin(t\sqrt{N} + C_2)$$
$$\frac{d^2 u}{dt^2} + Nu = 0,$$

et, au plus, autant de fois que l'intégrale

de l'équation
$$z = C'_1 \sin(t\sqrt{M} + C'_2),$$
$$\frac{d^2 z}{dt^2} + Mz = 0.$$

» Ces propositions généralisent celles que l'on connaît dans la théorie de la décharge des conducteurs à C, R, L constants; la fonction $\varpi(x)$ dans ce cas se réduit à la quantité connue

$$\frac{1}{C} - \frac{R^2}{4L}$$

dont le signe joue le rôle essentiel pour le sens du phénomène.

» Ces propositions expriment aussi les conditions d'expérience à réaliser pour que la décharge, lorsque C, R, L sont variables, soit continue ou oscillante.

» On aurait des résultats analogues dans le cas où le conducteur est relié à une source à différence de potentiel constante ou variable. Et en utilisant les résultats connus aujourd'hui sur les équations linéaires, on peut faire une étude détaillée du phénomène. »

PHYSIQUE. — *Décharge par les rayons de Röntgen. — Rôle des surfaces frappées.* Note de M. **Jean Perrin**, présentée par M. Violle.

« I. J'ai montré que les rayons X déchargent, sans le toucher, un corps placé dans un gaz *en repos* s'ils rencontrent, dans ce gaz, des lignes de force émanées du corps. Alors la nature des gaz intervient, mais non celle du corps chargé.

» Quand les rayons touchent ce corps, les lois données ne suffisent plus. On se rappelle, en effet, que MM. Benoît et Hurmuzescu ont montré que la nature des métaux rencontrés intervient dans la vitesse de décharge. Il y a là un effet nouveau qui, comme on le verra plus loin, s'ajoute, sans

l'altérer, à l'effet dû au gaz. Pour abréger, et avant d'employer des noms plus corrects suggérés par les expériences mêmes, j'appellerai cet effet *effet métal*, réservant le nom d'*effet gaz* à celui que j'ai déjà étudié.

» II. J'ai dû m'assurer, d'abord, que l'angle du champ électrique avec les rayons peut varier de 90° à 0° sans que l'effet gaz varie, vérifiant ainsi, sur un nouveau point, l'indépendance de l'effet gaz et du champ qui sert à le révéler. Je décrirai ailleurs le dispositif employé dans ce but.

» Dès lors, il est facile de comparer l'effet métal à l'effet gaz. La méthode de compensation que j'ai employée et qui sera décrite ailleurs me donne une précision égale à celle de mes précédentes expériences.

» III. Considérons un condensateur formé par deux plaques métalliques. Une de ces plaques est percée d'une fenêtre qu'on recouvre d'une feuille d'aluminium battu. Les rayons, perpendiculaires aux armatures, entrent par cette fenêtre dans le condensateur, où ils produisent un effet gaz et un effet métal.

» L'effet métal est nul quand les deux surfaces des armatures qui regardent l'intérieur du condensateur sont couvertes par une mince couche de pétrole, d'alcool ou même d'eau. Il prend une valeur mesurable quand une seule de ces faces est couverte par une feuille d'or, et une valeur double quand l'autre face est aussi couverte par une feuille d'or.

» Ces expériences, et d'autres que je ne cite pas, montrent que les *effets métal* dus aux deux faces s'ajoutent sans s'altérer; dans tout ce qui suit, la face d'entrée des rayons, couverte vers l'intérieur du condensateur d'un papier humide très mince donne un effet métal nul, en sorte qu'on n'a plus à considérer que l'effet métal dû à la seconde face. On vérifie sans peine que l'effet métal est purement superficiel, les couches sous-jacentes n'influant pas. Enfin, le signe de la charge est indifférent; de même, l'effet ne change pas quand on change la face liée à l'électromètre.

» IV. Le caractère additif de l'effet métal s'accuse nettement quand on fait varier l'épaisseur du condensateur. J'ai fait varier cette épaisseur de $0^{cm},2$ à 5^{cm} et vérifié que le débit électrique est de la forme $a + be$, a et b étant deux constantes, et e l'épaisseur du condensateur. Le terme be correspond à l'effet gaz, et la constante a donne l'effet métal.

» En particulier, pour une épaisseur de 1^{cm}, l'effet métal relatif à l'argent, à l'or, au platine, au zinc amalgamé, est un peu supérieur à la moitié de l'effet total produit dans le condensateur, sans toutefois atteindre le double de l'effet gaz. Toujours pour cette épaisseur de 1^{cm}, l'effet métal donné par le zinc vaut $\frac{41}{100}$ de l'effet total c'est-à-dire $\frac{70}{100}$ de l'effet gaz. Pour l'aluminium l'effet est très faible et m'a paru cependant exister.

» V. L'effet métal m'a paru indépendant de la température : une lame de zinc à 15° et à 120° donne sensiblement le même effet.

» Quand la valeur du champ grandit, l'effet métal varie sensiblement comme l'effet gaz : la quantité débitée tend rapidement vers une valeur limite, puis reste indépendante du champ.

» A une même distance de la source, l'effet métal par unité de surface est fixe et *indépendant de l'inclinaison sur le rayon.*

» Quand la distance à la source varie, l'effet métal par unité de surface varie comme l'inverse du carré de la distance.

» VI. L'influence de la pression sur la vitesse de décharge a été reconnue et étudiée par MM. Benoît et Hurmuzescu, mais comme alors on ignorait l'existence et l'importance de l'effet gaz, la loi qu'ils ont tirée de mesures excellentes ne peut être conservée : par exemple, pour l'air, il faut retrancher de chaque ordonnée de leur courbe un terme proportionnel à la pression, terme qui pour la pression atmosphérique est supérieur à la moitié de cette ordonnée. Cette correction faite, la proportionnalité à la racine de la densité ne se vérifie pas : la courbe obtenue semble présenter un maximum au voisinage de $\frac{1}{2}$ atmosphère, puis s'abaisser lentement jusqu'à $\frac{3}{2}$ atmosphère.

» J'ai de même étudié l'influence de la pression dans l'hydrogène, pour lequel l'effet gaz est faible et donne lieu à une correction presque insignifiante. J'ai, pour le zinc, obtenu une courbe constamment croissante, sauf peut-être un palier entre 60^{cm} et 77^{cm}. Bref, je n'ai pas vu de loi simple.

» VII. La même correction relative à l'effet gaz est à faire quand on compare, à une même pression et pour un même métal, les effets métal dans des gaz variés : si, par exemple, on fait pour l'hydrogène et l'air les corrections voulues, on trouve que pour le zinc ces effets métal sont entre eux comme 1 et 1,15 et ne sont pas proportionnels aux racines des densités.

» VIII. Essayons de rassembler tous ces faits :

» L'effet gaz s'explique bien si l'on admet qu'en chaque point de leur parcours dans le gaz les rayons X libèrent des quantités égales d'électricité positive et négative, mobiles le long des tubes de force qui les contiennent.

» Abandonnant le nom provisoire d'*effet gaz*, et pour rappeler qu'il y a là une séparation d'électricités liée à la nature de la matière, je propose d'appeler *ionisation cubique* l'altération ainsi produite ; pour une même source, l'ionisation varie d'un gaz à l'autre, en sorte qu'il y a lieu de définir des coefficients d'*ionisation cubique* dont les rapports, facilement mesurables, sont des constantes physiques.

» De même, l'effet métal s'explique bien en supposant qu'au contact d'un conducteur et d'une façon variable avec la nature du conducteur et avec la pression, l'ionisation du gaz est très intense ; je propose d'appeler ce phénomène *ionisation superficielle* du gaz au contact du conducteur. Le *coefficient d'ionisation superficielle* pour un gaz et un métal donnés est fixé quand on a choisi le gaz pour lequel le coefficient d'*ionisation cubique* est 1. Ces nouveaux coefficients seraient des constantes physiques au même titre que les tensions superficielles ou les forces électromotrices de contact.

» IX. La loi générale des décharges par les rayons X peut être maintenant formulée : la quantité d'électricité positive perdue dans le temps *dt*

par un conducteur situé dans un gaz *en repos*, à la pression p, sous l'action d'une source ponctuelle d'intensité I, est égale à

$$\mathrm{I}\,dt\left[\mathrm{K}p\int\int\int\frac{dv}{r^2}+\mathrm{K}'\varphi(p)\int\int\frac{ds}{r^2}\right],$$

quelle que soit la température, en négligeant l'absorption et en supposant le champ électrique assez intense pour que le débit limite soit atteint.

» Dans cette formule, K est le coefficient d'*ionisation cubique* du gaz, K' son coefficient d'*ionisation superficielle* au contact du conducteur; l'intégrale triple est étendue au volume commun aux rayons et aux lignes de force émanées du conducteur, l'intégrale double est étendue à la surface électrisée frappée par les rayons; r désigne la distance à la source de l'élément de surface ou de volume; enfin chaque élément de surface ou de volume est affecté du signe + si les lignes de force qui le traversent émanent du conducteur, du signe — si elles y aboutissent ([1]). »

PHYSIQUE. — *Existence de rayons anodiques analogues aux rayons cathodiques de Lénard et de Crookes.* Note de M. **P. de Heen**.

« Liége, 17 février 1897.

« Considérons deux systèmes de plateaux métalliques munis de pointes a, b, c, d et a', b', c', d', indépendants et suspendus à des fils de soie, ainsi qu'un tube de Crookes, muni du plateau p qui sert habituellement de cathode et de la croix c qui sert habituellement d'anode.

» Nous pouvons, à l'aide de ce système, faire un très grand nombre de combinaisons, qui fournissent d'intéressants résultats dont il serait trop long de donner ici la théorie. Mais voici les faits les plus saillants :

» Considérons d'abord le système de liaison indiqué par la figure et que nous représenterons en abréviation par (pd, cd').

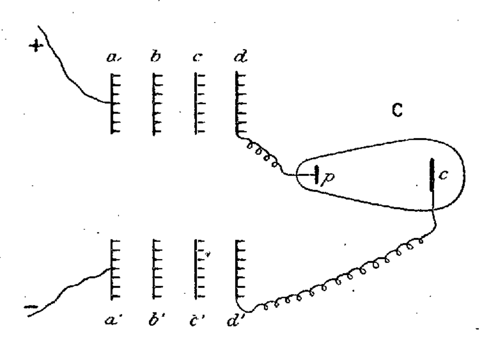
» Ce système fournit, *quelle que soit la position des pôles*, l'ombre de la croix; on obtient une ombre *cathodique* ou *anodique*. Au moment du renversement des pôles de la bobine, l'ombre grandit énormément, et ce n'est qu'après une minute qu'elle reprend sa dimension normale. Ce résultat se constate encore très faiblement au troisième plateau.

» Si l'on considère les systèmes d'attache (pa, bc) ou (pa', cb'), on

---

([1]) Travail fait au laboratoire de Physique de l'École Normale.

obtient à peu près le même résultat; dans les deux cas, a joue le rôle d'anode, b le rôle de cathode; de même a' joue le rôle d'anode et b' le rôle de cathode, et l'on obtient des ombres d'autant plus agrandies que les plateaux sont plus rapprochés. L'ombre grandit encore si p est séparé du plateau par une très forte résistance.



» Si l'on renverse les choses, c'est-à-dire si l'on adopte les systèmes de liaison (pb, ca) ou (pb', ca'), l'ombre reprend sa dimension normale, mais elle est beaucoup plus faible, b et b' se comportent comme véritables cathodes et ne produisent pas d'agrandissement.

» Au lieu de se servir des plateaux a, b ou a', b', on obtient des résultats semblables en se servant des plateaux b, c ou b', c'; dans ces conditions b et b' jouent le rôle d'anodes, c et c' le rôle de cathodes.

» Nous pouvons enfin nous servir d'*un seul système de liaison*, (pa) par exemple, le fil de c est supprimé. On obtient alors l'ombre anodique agrandie ; en b elle s'agrandit encore ; en c elle n'a pas varié sensiblement, mais en d elle reprend sa dimension normale beaucoup plus petite. Si l'on parcourt, de la même manière, la série a', b', c', d', l'ombre conserve une dimension normale et invariable. »

PHYSIQUE. — *Photographie des radiations électriques du Soleil et de l'atmosphère de cet astre.* Note de M. **P. de Heen**.

« Liége, 20 février 1897.

« Nos recherches antérieures nous ont permis de reconnaître que l'impression produite par l'électricité ou l'infra-électricité, sur une plaque voilée, détermine un accroissement de l'intensité du voile ou le *dévoilage*, suivant les circonstances dans lesquelles on se place.

» Guidé par cette considération, nous avons photographié le Soleil en plaçant une plaque photographique *très fortement voilée* au foyer de l'objectif d'une petite lunette de Secrétan, la durée de pose étant de deux secondes environ. Nous avons obtenu un cliché dont nous avons adressé à l'Académie l'épreuve. On remarque que le *pouvoir dévoilant* s'accentue quand on part du centre du Soleil pour se diriger vers la périphérie : le bord est représenté par un anneau dévoilé.

» La conclusion qui se dégage de cette expérience peut s'exprimer en disant que, si la photosphère est principalement le siège des radiations lumineuses, les radiations qui déterminent les phénomènes électriques et infra-électriques émanent au contraire de l'atmosphère de l'astre. L'épaisseur de celle-ci allant en s'accentuant quand on s'avance vers le bord, il en est de même du *pouvoir dévoilant*. Enfin, lorsque cette atmosphère se présente suivant la direction où l'épaisseur est la plus grande et qui correspond au bord, elle détermine un anneau dévoilé.

» Nous avons donc ainsi le moyen de photographier l'atmosphère solaire en dehors du phénomène des éclipses. Il serait, de plus, extrêmement intéressant d'examiner, à ce point de vue, avec de grands instruments, les taches et les protubérances. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Dosage de l'ozone atmosphérique au mont Blanc.* Note de M. **Maurice de Thierry**, présentée par M. Janssen.

« Grâce au bienveillant appui de M. Janssen, j'ai pu commencer en 1894 et continuer en 1895 et en 1896 une série de travaux au mont Blanc. Le mauvais temps, qui n'a pour ainsi dire pas cessé de régner sur les hauteurs pendant le dernier été, m'a empêché d'exécuter complètement le programme que je m'étais tracé; néanmoins, l'intérêt que me semble présenter la première partie de mes recherches m'encourage à les communiquer à l'Académie.

» Le massif du mont Blanc, sur lequel se trouvent un certain nombre de stations situées à différentes altitudes, offre des conditions particulièrement favorables pour le genre d'études que j'ai entreprises et que j'espère continuer cette année et les suivantes, sur la composition chimique et les phénomènes physiologiques de la haute atmosphère.

» Au mois de septembre 1894, j'avais été frappé de la rapidité avec laquelle des bandes de papier ozonoscopique à l'iodure de potassium ami-

donné (papier de Schœnbein) et au tournesol rougi imprégné d'iodure potassique (papier de Houzeau), exposées à l'air sur la plate-forme de l'observatoire du sommet du mont Blanc, à 4812^{m} d'altitude, avaient pris respectivement les colorations violet foncé et bleu. Du papier trempé dans l'oxyde thalleux avait également et rapidement noirci par formation d'oxyde thallique (réaction de Bœttger). Il en avait été de même de lames d'argent, que j'avais préparé par réduction d'une solution de nitrate argentique par le lactose.

» Ces premières constatations étaient déjà intéressantes, lorsque le mardi 13 août 1895, à midi, je fus pris avec mes deux guides, à la côte des Bosses, à 4200^{m} d'altitude, par une tempête de neige accompagnée de nombreux coups de tonnerre et de la chute de grêlons parfaitement *sphériques* de la grosseur d'un gros pois.

» Un vent violent soufflait du nord-ouest; le baromètre était à 439^{mm}; l'hygromètre à cheveu de Naudin à 115°, et le thermomètre qui était, avant la tempête, à 0°, descendit rapidement à — 15°C. Un certain nombre de ces grêlons, reçus sur une feuille de papier ozonoscopique iodo-amidonné, firent immédiatement une tache violette de forme circulaire, plus grande que le diamètre du grêlon, le centre de la tache occupée par le grêlon étant moins foncé que la périphérie. Malheureusement, la violence de la tempête m'empêcha d'étudier plus à fond le phénomène et de voir si ces taches d'iodure d'amidon étaient formées par une atmosphère d'ozone entourant le grêlon au moment de sa chute, ou par de l'eau oxygénée (qui aurait pu donner le même réaction), provenant de la fusion du grêlon. Et, à ce propos, je crois devoir ajouter que des neiges fraîches ou anciennes (névé), prises soit aux Grands-Mulets (3050^{m}), soit aux Rochers-Rouges (4503^{m}), soit aux Bosses-du-Dromadaire (4556^{m}), soit enfin au Sommet (4810^{m}), ne m'ont jamais donné les réactions caractéristiques de l'eau oxygénée. La neige du mont Blanc n'en contient donc pas pendant les mois d'août et de septembre. Au contraire, l'eau de fusion des neiges ou névés m'a toujours donné, avec le réactif de Nessler la réaction caractéristique de l'ammoniac.

» Toutes les indications relatives à l'ozone, données par les papiers ozonoscopiques et autres, étant non seulement uniquement qualitatives, mais encore sujettes à contestation, je pris la résolution d'analyser quantitativement l'ozone atmosphérique au mont Blanc.

» Le dosage de l'ozone, comme on sait, est fait régulièrement chaque jour, à Paris, depuis 1877, par M. Albert-Lévy, chef du Service chimique de l'observatoire municipal de Montsouris.

» La méthode employée et dont il est l'auteur est la suivante : l'air, aspiré par le jeu d'une trompe, traverse trois barbotteurs contenant un liquide formé de 20^{cc} d'une solution d'arsénite de potassium mélangé d'iodure de potassium pur, exempt d'iodate.

L'oxygène ozonisé transforme partiellement l'arsénite en arséniate; l'iodure potassique joue seulement le rôle d'intermédiaire destiné à activer la réaction. On évalue, à l'aide d'une dissolution d'iode, le poids d'arsénite transformé, et par suite le poids d'oxygène qui a servi à cette transformation. Ce poids d'oxygène, multiplié par 3, est celui que l'auteur appelle *poids de l'ozone*.

» C'est ce procédé, qui donne d'excellents résultats, que j'ai employé. Je dois à l'obligeance de M. Albert-Lévy et de son sous-chef, M. Marboutin, les chiffres suivants qui permettent de comparer les quantités d'ozone que j'ai trouvées au mont Blanc à celles trouvées à Montsouris (¹) :

Dosages de l'ozone, faits à Montsouris du 18 *août* 1896 *au* 10 *septembre* 1896.

	mgr		mgr		mgr
18 août 1896	2,5	26 août 1896.....	3,8	3 sept. 1896	2,0
19 »	3,0	27 »	2,8	4 »	1,9
20 »	2,5	28 »	2,1	5 »	3,4
21 »	1,7	29 »	1,7	6 »	4,0
22 »	2,4	30 »	2,6	7 »	»
23 »	2,0	31 »	»	8 »	2,9
24 »	»	1er sept.........	3,8	9 »	3,0
25 »	2,8	2 »	3,7	10 »	3,5

» Le mauvais temps m'ayant empêché d'installer mes appareils à l'observatoire du sommet du mont Blanc, j'ai dû me borner cette année à doser l'ozone à Chamonix (à 1050^m) et aux Grands-Mulets (à 3020^m d'altitude).

» A Chamonix, je me suis installé dans le grenier d'un hôtel; mon laboratoire improvisé avait une petite fenêtre s'ouvrant au sud-sud-ouest du côté du mont Blanc. La première analyse a été faite le dimanche 23 août 1896. La température était de 20°, le vent d'ouest, la pression de 680^{mm}. Le deuxième essai a été fait le lendemain lundi 24 août, la température étant de 19°, le vent d'ouest et la pression barométrique de 684^{mm}.

» Parti de Chamonix le 3 septembre, le matin, j'arrivais à la fin de la journée aux Grands-Mulets et, voulant profiter du beau temps, j'installais immédiatement dans l'observatoire mes appareils, et le lendemain 4 septembre, à 5^h du matin, je commençais mes expériences par un temps superbe, avec une température de 21°, une pression de 539^{mm}, et un vent de sud-est, qui est passé le soir au sud-ouest. Le tube servant à aspirer l'air s'ouvrait sur le glacier des Bossons et en face du mont Blanc, dans la

(¹) Je me fais un devoir de remercier ici MM. Albert-Lévy et Marboutin, qui ont bien voulu non seulement me prêter leurs appareils, mais aussi me donner leurs précieux conseils.

direction sud-est. Les quantités d'ozone trouvées dans mes expériences sont indiquées dans les Tableaux ci-dessous :

Dosages de l'ozone de l'air à Chamonix et aux Grands-Mulets.

	Tempér. centigrade.	Pression.	Vol. d'air lu.	Volumes d'air corrigés.	Iode lu. 1er tube.	2e tube.	3e tube.	Repère.	1cc d'iode vaut :	100cc d'air contiennent
	o	mm	lit	lit	cc	cc	cc	cc	mgr	mgr
Chamonix (1050m) 23 août 1896....	20	680	506	386	4,91	5,30	5,45	5,45	0,02113	3,5
» 24 »	19	684	506	417	4,90	5,14	5,40	5,40	»	3,9
Grands-Mulets (3020m) 4 sept. 1896..	21	539	506	315	4,40	5,30	5,55	5,55	»	9,4

» Les nombres obtenus sont calculés en tenant compte de l'arsénite oxydé dans les premier et deuxième tubes barbotteurs.

Comparaisons avec Montsouris.

	Chamonix.	Grands-Mulets.	Montsouris.	Montsouris (moyenne des 3 jours).
	mgr	mgr	mgr	mgr
23 août 1896...........	3,5	»	2,0	2,3
24 »	3,9	»	»	2,3
4 septembre...........	»	9,4	1,9	2,4

» A l'examen de ces Tableaux, on est frappé de la forte proportion d'ozone atmosphérique, qui est à Chamonix (1050m) de 3mgr,5 et aux Grands-Mulets (3020m) de 9mgr,4 par 100mc d'air, c'est-à-dire près de *quatre fois* plus grande qu'à Paris. *La quantité d'ozone croît donc avec l'altitude.*

» Le mauvais temps ayant commencé le lendemain matin 5 septembre, j'ai dû renoncer à continuer mes dosages. Je les continuerai dès que la saison me permettra de m'établir sur les glaciers et je compte faire cet été, si le temps est favorable, l'analyse de l'air aux Rochers-Rouges à 4503m et à l'observatoire du sommet du mont Blanc et étudier la question de la présence possible de l'acide azoteux dans certaines couches d'air.

» J'ai rapporté des Grands-Mulets une certaine quantité d'air que je m'occupe d'analyser; je me propose de communiquer prochainement les résultats à l'Académie. »

CHIMIE. — *Action de l'acide nitrique étendu sur les nitrates en présence de l'éther.* Note de M. **Tanret.**

« Quand on agite de l'eau contenant de l'acide nitrique avec de l'éther aqueux, l'eau et l'éther se partagent l'acide, de telle façon que les quan-

tités qui en sont dissoutes par un égal volume de chaque liqueur sont entre elles dans un rapport constant. Ce rapport, que MM. Berthelot et Jungfleisch ont appelé *coefficient de partage*, est indépendant des volumes relatifs des deux liqueurs, mais varie avec la température et la concentration. Voici les coefficients (C) que j'ai observés vers 15°, pour des acides de diverses concentrations :

$AzHO^3$ à 0,25 pour 100	C = 1 : 160
0,50	1 : 100
1	1 : 66
2	1 : 42
10	1 : 17
18 à 40	1 : 12 à 1 : 10
45	1 : 8,5

» Sous l'influence des nitrates, ces coefficients s'élèvent considérablement. En dissolvant, dans 20cc d'acide nitrique à 0,50 pour 100, des quantités croissantes de nitrates de Li, AzH^4 et K, j'ai obtenu les résultats suivants :

	C		
P.	$AzLiO^3$	$AzAzH^4O^3$	$AzKO^3$.
gr 0,25........	1:50	»	»
0,50........	1:31,1	1:32,5	1:39,2
1...........	1:17,2	1:20,4	1:26,3
2...........	1:9	1:12,2	1:17,3
4...........	1:3,8	1:7,9	1:11,6
5...........	1:2,9	:7,1	1:8,6

» Pour obtenir ces coefficients, on agite 20cc d'acide titré avec 202cc d'éther saturé d'eau; puis, après un repos convenable, on décante l'éther et l'on titre l'acide qui reste dans l'eau. Ce qui manque a passé dans l'éther. Connaissant les volumes respectifs des liqueurs après agitation, on calcule la quantité d'acide contenu dans un même volume d'eau et d'éther : leur rapport donne C.

» On peut encore, et cela est nécessaire avec les nitrates à bases insolubles, agiter l'éther chargé d'acide avec 20cc d'eau. La plus grande partie de l'acide y repasse et est dosée avec BaO; celle qui est retenue par l'éther se calcule avec les coefficients connus de l'acide à divers titres. On les additionne.

» Comme on vient de le voir, C s'élève avec des doses croissantes de nitrates, mais varie aussi pour des poids égaux de nitrates différents. Si l'on détermine les coefficients obtenus avec 5gr de nitrate calculé sec et dissous dans 20cc d'acide nitrique à 1 pour 100, on trouve qu'ils présentent des relations numériques remarquables.

» Pour des métaux de la même famille, ou d'une famille voisine, les coefficients de partage décroissent quand les poids atomiques s'élèvent, et en même temps sont inversement proportionnels au poids du métal qui entre dans la composition du nitrate; de telle sorte que, si l'on multiplie ces deux quantités l'une par l'autre, on obtient un produit constant à 1,5 près. En considérant ce coefficient par rapport à la quantité de AzO^3 contenue dans le nitrate, on observe ainsi de curieuses progressions géométriques avec les métaux alcalins, les métaux alcalino-terreux, le plomb et le thallium, le zinc et le cadmium.

» C'est ce qu'on peut voir dans le Tableau suivant, qui comprend, à côté du nom du nitrate (N), le coefficient de partage (C) avec la quantité pour 100 du métal (M) et de AzO^3 combinés dans le nitrate :

N.	C. 1.	M pour 100.	M × C.	AzO^3.	$AzO^3 \times C$.
Li....	1:2,90	10,26	3,53	89,74	30,70
Na....	1:5,32	27,06	5,08	72,94	13,71
K.....	1:8,80	38,62	4,38	61,38	6,97
Rb....	1:13,45	57,82	4,29	42,18	3,13
Mg....	1:2,49	15,54	6,24	84,46	33,92
Ca....	1:3,80	24,39	6,41	75,61	19,90
Sr....	1:6,30	41,37	6,56	58,63	9,30
Ba....	1:10,99 (¹)	52,49	4,77	47,51	4,32
Pb....	1:12,58	62,54	4,97	37,46	2,97
Tl....	1:20,46 (¹)	76,69	3,74	23,31	1,14
Ag....	1:12,10	63,53	5,25	36,47	3,01
Cu....	1:4,27	33,87	7,93	66,13	15,49
Ce....	1:5,64	53,21	9,43	46,79	8,29
Th....	1:5,61	48,38	8,64	51,62	9,20
Zn....	1:2,57	34,39	13,38	65,61	25,52
Cd....	1:4,47	47,54	10,64	52,46	11,73
Mn...	1:2,64	30,77	11,65	69,23	26,22
Ni....	1:2,64	31,70	12	68,30	25,87
Co....	1:2,64	31,70	12	68,30	25,87
Al....	1:2,61	12,68	4,85	87,32	33,45

» Reste à expliquer l'action des nitrates sur les coefficients de partage de $AzHO^3$. On peut admettre qu'il se forme des nitrates acides, dont la dis-

(¹) A cause de la moindre solubilité des nitrates de Ba et Tl, le coefficient a été pris avec 1gr,60 de sel et calculé pour 5gr sur les coefficients de Sr pour Ba et de Pb pour Tl.

sociation par l'eau (dans la théorie des sels acides de M. Berthelot) est limitée par la quantité croissante de sel neutre ajouté. Ces nitrates seraient ensuite dissociés par l'éther, qui s'empare de l'acide devenu libre, de sorte que le nouveau coefficient de partage serait la mesure de cette dissociation. Peut-être aussi, quand ils sont employés à haute dose, les nitrates agissent-ils en formant, avec l'eau de la solution, des hydrates qui viendraient augmenter la concentration de l'acide et contribuer à élever son coefficient de partage. Il y aurait ainsi une double action. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Transformation industrielle de l'acide oléique en stéarolactone et acide monoxystéarique.* Note de M. DAVID. (Extrait.)

« ..... L'acide oléique refroidi vers 0° mélangé à l'acide sulfurique monohydraté en proportions moléculaires, peut former entre autres produits les acides sulfoconjugués

$$C^{14}H^{29}CH(SO^4H)CH^2CH^2CO^2H,$$
$$C^{14}H^{29}CH^2CH(SO^4H)CH^2CO^2H,$$
$$C^{14}H^{29}CH^2CH^2CH(SO^4H)CO^2H,$$

qui, par addition d'eau froide, en prenant la précaution d'éviter toute élévation de température, donnent une séparation d'eau acide, contenant, à l'état de SO^4H^2, la moitié environ de l'acide employé dans la réaction et une couche huileuse, composée de 50 pour 100 d'un acide sulfo, non décomposé par l'eau froide, et 50 pour 100 des acides oxystéariques suivants :

$$\gamma\, C^{14}H^{29}CH(OH)CH^2CH^2CO^2H,$$
$$\beta\, C^{14}H^{29}CH^2CH(OH)CH^2CO^2H,$$
$$\alpha\, C^{14}H^{29}CH^2CH^2CH(OH)CO^2H.$$

» Sont-ce les trois acides qui se forment, ou seulement deux, ou un seul? On prétend généralement qu'il se forme α et γ; car la forme γ est seule susceptible d'engendrer la lactone; et d'un autre côté, quand on a séparé cette lactone, l'ébullition de la liqueur donne de l'acide monoxystéarique qu'on admet généralement en position α. Cependant, mes recherches à cet égard font prévoir des migrations du groupe (OH), suivant la température et la transformation de l'acide α en acide γ.

» En effet, après avoir ajouté, dans le mélange oléosulfurique, une

quantité d'eau froide égale au poids dudit mélange, je laisse reposer une heure environ. Il se forme alors deux couches, la couche inférieure est constituée par de l'eau acidulée d'acide sulfurique. La quantité d'acide sulfurique contenue dans cette eau étant *toujours* la moitié environ du poids de l'acide employé en réaction, on peut en conclure, *a priori*, que 50 pour 100 de l'acide sulfoconjugué ont été décomposés par l'eau froide.

» L'eau acidulée étant séparée, on ajoute un volume d'eau pure égal à celui de l'eau acide séparée. L'huile se dissout alors entièrement et le liquide brun clair qui en résulte, abandonné au froid (4° à 5° au-dessus de o pendant douze heures), se prend en une masse de petits cristaux blancs, qu'on sépare facilement par le filtre. Après lavage à l'eau légèrement acidulée d'acide sulfurique (3 pour 100), les cristaux blancs séchés constituent la stéarolactone, laquelle représente en poids 18 à 20 pour 100 de l'acide oléique traité

$$C^{14}H^{29}\underset{\displaystyle O\text{———}}{CH}.CH^2\underset{\displaystyle CO}{CH^2},$$

» Lorsque la stéarolactone a été séparée par le filtre, le liquide blond qui reste contient encore de l'acide monoxystéarique (puisque la stéarolactone retirée ne constitue que 20 pour 100 tandis que la séparation de 50 pour 100 d'acide sulfurique nous indique qu'il y a 50 pour 100 d'acide sulfoconjugué décomposé par l'eau). La différence, soit 30 pour 100, est donc constituée par un acide monoxystéarique qui reste dissous dans les 50 pour 100 d'acide sulfoconjugué non décomposé par l'eau froide.

» Or, en faisant bouillir, pendant une heure environ, ce liquide blond; et l'abandonnant ensuite jusqu'au lendemain, la masse se prend en cristaux sableux, nageant dans une huile. (L'eau acidulée qui se sépare après ébullition forme les seconds 50 pour 100 de l'acide total employé.) Ces cristaux sableux, purifiés, donnent l'acide oxystéarique de Fremy, fondant vers 80°, se solidifiant vers 68°.

» Mais si, d'un autre côté, l'on ne fait pas bouillir ce liquide blond, qu'on l'abandonne dans un flacon jusqu'au lendemain, à une température de 4° à 5° *au-dessous* de zéro, le liquide refournira des cristaux de stéarolactone, et en les séparant par le filtre, le liquide clair, abandonné vingt-quatre heures au froid, en redonnera une nouvelle quantité; et *ainsi de suite*, tant qu'il y aura de l'acide oxystéarique libre dans la liqueur.

» Ainsi, je puis faire à volonté de la stéarolactone et de l'acide oxystéarique, ou bien, si j'abandonne ma liqueur au froid, transformer tout l'acide

oxystéarique en stéarolactone. Ces faits nouveaux et curieux ont encore besoin d'être étudiés de plus près et j'en ferai l'objet d'un travail spécial; mais, ce qui a été fait jusqu'à présent semble bien démontrer la migration du groupe OH par l'action du froid, et la déshydratation qui en résulte par la formation de la lactone.

» Enfin, j'ai obtenu ce résultat industriel acquis, de 50 pour 100 du rendement en produits solides du poids de l'acide oléique. Mais je pense aller beaucoup plus loin au moyen de l'acide sulfurique monohydraté à 66°, au lieu de celui qu'on vend à Saint-Gobain et ailleurs, qui ne marque que 65° et une fraction et qui contient encore 10 pour 100 d'eau. Dans ces conditions, on arriverait à 70 pour 100, peut-être 80 pour 100 de rendement en produits solides. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action du chlorure d'aluminium sur l'anhydride camphorique*. Note de M. G. Blanc, présentée par M. Friedel.

« Dans une précédente Note (*Comptes rendus*, t. CXXIII, p. 749) j'ai décrit l'acide $C^9H^{14}O^2$ qui prend naissance par l'action du chlorure d'aluminium sur l'anhydride camphorique, ainsi que quelques-uns de ses dérivés.

» En étudiant la question de plus près, j'ai été amené à identifier cet acide avec l'acide isolauronolique de MM. Kœnigs et Hœrlin. Le produit obtenu par ces auteurs présente, il est vrai, quelques particularités que je n'ai pas constatées dans celui que j'ai obtenu. Mais en faisant l'oxydation par le permanganate, j'ai obtenu le même acide $C^9H^{12}O^3$ (acide isolauronique de MM. Kœnigs et Meyer) et qui présente des propriétés caractéristiques, écartant toute confusion (*D. Chem. Ges.*, 27, 3, 3467). J'appellerai donc l'acide obtenu par moi, dans l'action du chlorure d'aluminium sur l'anhydride camphorique, *acide isolauronolique*.

» Ce composé est également identique avec l'acide campholitique de Noyes (*D. Chem. Ges.*, 94, 1, 917) et avec l'acide camphothétique de Walker (*Journ. of Chem. Soc.*, 635, 10). Ayant obtenu cet acide par un procédé qui permet d'en préparer aisément de grandes quantités, j'en poursuis l'étude et je décris aujourd'hui quelques dérivés intéressants.

» *Isolauronolates métalliques*. — Walker (*loc. cit.*) a signalé l'existence de quelques isolauronolates. Les sels de potassium, calcium, baryum ont été décrits et analysés [Kœnigs et Hœrlin (*loc. cit.*), Noyes (*loc. cit.*), Walker (*loc. cit.*)].

» *Isolauronolate de magnésium* $(C^9H^{13}O^2)^2Mg + 3H^2O$. — Écailles brillantes ressemblant à l'acide borique. Il est peu soluble dans l'eau, insoluble dans l'alcool.

» *Isolauronolate de fer* $(C^9H^{13}O^2)^6Fe^2$. — Petits cristaux rouges insolubles dans l'eau, solubles dans l'éther et dans le chloroforme.

» *Isolauronolate de manganèse* $(C^9H^{13}O^2)^2Mn$. — Obtenu par précipitation, c'est une poudre blanche très soluble dans l'éther en rouge. La solution obtenue ne cristallise pas par évaporation de l'éther.

» Il est peu soluble dans l'eau, d'où il se dépose en cristaux confus retenant des quantités d'eau variables.

» *Isolauronolate de nickel* $(C^9H^{13}O^2)^2Ni + 5H^2O$. — Lamelles hexagonales très peu solubles dans l'eau, dans l'éther et dans le chloroforme.

» *Isolauronolate de cobalt* $(C^9H^{13}O^2)^2Co + 5H^2O$. — Houppes roses perdant aisément leur eau dans le vide sec en devenant violettes. Le sel reprend son eau de cristallisation à l'air humide. Solubles dans l'éther et dans le chloroforme en violet. La solution se décompose spontanément en laissant déposer une poudre blanche.

» *Isolauronolate de zinc :* $(C^9H^{13}O^2)^2Zn$. — Il est soluble dans l'éther, qui l'abandonne à l'évaporation en jolis cristaux incolores peu solubles dans le chloroforme, insolubles dans l'eau.

» *Isolauronolate de cadmium :* $(C^9H^{13}O^2)^2Cd$. — Très soluble dans l'éther, qui l'abandonne sous forme gommeuse; il cristallise bien dans un mélange éthéro-alcoolique. Insoluble dans l'eau.

» *Isolauronolate de cuivre :* $(C^9H^{13}O^2)^2Cu$. — Longues aiguilles bleues, insolubles dans l'eau, peu solubles dans l'éther, plus solubles dans le chloroforme.

» *Isolauronolate d'ammoniaque :* $C^9H^{13}O^2AzH^4$. — On l'a obtenu en faisant passer un courant d'ammoniaque sèche dans une solution éthérée d'acide isolauronolique. Petits cristaux incolores, insolubles dans l'éther, très solubles dans l'eau. La solution aqueuse évaporée se dissocie aisément.

» *Isolauronolate d'argent :* $C^9H^{13}O^2Ag$. — Poudre blanche noircissant un peu à la lumière, insoluble dans l'eau, l'alcool et l'éther.

» *Anhydride isolauronolique :* $(C^9H^{13}O)^2O$. — On l'obtient par l'action prolongée de l'anhydride acétique à l'ébullition sur l'acide isolauronolique.

» Liquide visqueux, incolore, bouillant à 210°-215° ($H = 13^{mm}$). Si l'on opère sous une pression moins réduite, il se décompose en donnant un solide cristallisé fondant à 135°-136° et qui paraît être un isomère.

» Il fournit aisément l'amide, l'anilide et l'hydrazide déjà signalés (*Comptes rendus*, t. CXXIII) quand on le traite respectivement par l'ammoniaque, l'aniline et la phénylhydrazine.

» La potasse alcoolique le saponifie facilement. Bouilli avec l'alcool, il fournit l'éther.

» *Alcool isolauronolique* $C^9H^{16}O$. — Pour l'obtenir, on hydrogène soit le chlorure d'isolauronolyle, soit l'aldéhyde, qui sera décrite plus loin, soit un éther quelconque. Liquide incolore, d'odeur pénétrante, bouillant à 196° ($H = 760$). Il fournit facilement l'acétate et le chlorure correspondants.

» *Aldéhyde isolauronolique* $C^9H^{14}O$. — J'ai entrepris de préparer ce corps, afin de

savoir si l'acide isolauronolique renfermait un groupement $-CO^2H$, ou le groupe tautomère $= CO - \underset{\|}{C}(OH)$.

» L'obtention d'une aldéhyde prouve la présence du groupe fonctionnel CO^2H.

» On distille dans le vide un mélange intime de formiate de calcium et d'isolauronolate de calcium. Le produit obtenu est purifié en passant par la combinaison bisulfitique.

» Liquide mobile, d'odeur pénétrante, bouillant à 170° (H = 760). Il se combine énergiquement au bisulfite de sodium. Oxydé avec précaution à l'air libre, il se transforme intégralement en acide isolauronolique. Lorsqu'on chauffe ensemble 1 molécule d'aldéhyde, 1 molécule d'acide pyruvique et 1 molécule de β-naphtylamine au sein de l'alcool (réaction de Dœbner), on obtient le composé

$$C^{10}H^6 \left\langle \begin{array}{c} \overset{\displaystyle CO^2H}{\overset{|}{C}} = CH \\ \qquad | \\ Az = C \end{array} \right\rangle C^8H^{13},$$

fusible à 257°-258°.

» Par oxydation de l'alcool $C^9H^{16}O$, au moyen du mélange chromique, on n'a pu reproduire l'aldéhyde.

» Dans une prochaine Note, je me propose de décrire quelques autres dérivés de l'acide isolauronolique. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur un nouveau procédé de stérilisation par la chaleur sous pression.* Note de M. **W. Kühn**, présentée par M. Duclaux.

« Les moyens variés employés jusqu'ici pour stériliser les liquides par la chaleur donnent tous de bons résultats au point de vue de la destruction des germes, mais ils amènent en général une altération très sensible des qualités organoleptiques, un goût de *cuit* qui suffit quelquefois à faire écarter l'emploi de la chaleur comme moyen de conservation des substances alimentaires.

» Quelquefois ce goût de cuit peut être évité quand on se met à l'abri de l'action de l'oxygène : c'est ce que Pasteur a montré pour les vins. Pour les liquides qu'il faut chauffer davantage (moûts, bières, laits, etc.), il apparaît presque fatalement au delà d'une certaine température.

» Ces liquides sont d'ordinaire chauffés soit à l'air libre, soit dans des conditions qui rappellent plus ou moins celles de la marmite de Papin, c'est-à-dire en laissant à la surface du liquide un espace suffisant pour le dégagement des gaz, des vapeurs, et pour la dilatation.

» J'ai eu l'idée de chercher ce qui arriverait si l'on chauffait en vases pleins et clos, assez résistants pour supporter la pression de dilatation du liquide qui les remplit. Cette pression augmente beaucoup plus vite que celle de la vapeur, de sorte que, soit en se chauffant, soit en se refroidissant, le liquide reste toujours sous l'influence de pressions élevées.

» Pour réaliser ces conditions, je me sers d'un cylindre métallique horizontal, rempli par le liquide à traiter, et traversé par un faisceau de tubes dans lesquels on fait circuler de l'eau chaude ou froide suivant qu'on veut réchauffer ou refroidir. Toutes les parties en contact avec le liquide sont argentées, de façon à éviter le contact du liquide et de la tôle d'acier. Pour régulariser l'action de la chaleur, le cylindre peut tourner autour de son axe. Une soupape de sûreté règle le maximum de pression à atteindre, et un thermomètre permet de surveiller la température.

» La pression s'élève très vite, dès l'arrivée de l'eau chaude, dont on interrompt l'arrivée quand la température de stérilisation est atteinte. On se tient à cette température pendant un certain temps, en imprimant au cylindre quelques mouvements de rotation pour la régulariser. Puis on fait circuler de l'eau froide d'abord glacée ensuite, pour refroidir le liquide, qui revient en quelques minutes à sa température primitive.

» L'expérience apprend que dans ces conditions de chauffage, qui s'opposent à toute déperdition de gaz et à toute perte de principes aromatiques et volatils, le liquide reste inaltéré, et ne subit que des modifications nulles ou insensibles dans ses qualités organoleptiques. La Science est trop peu avancée dans l'étude de ces qualités pour que j'aie cru devoir rechercher les causes de ce fait. Je me suis borné à le constater et à le faire constater par des experts pour une foule de denrées : eaux, eaux minérales gazeuses, bières, laits, vins, moûts de raisins, cidres, spiritueux, etc.

» L'expérience a montré aussi que ces liquides conservent intégralement le dosage des gaz qu'ils contenaient avant chauffage, et que les moûts traités par ce moyen fermentent après l'opération tout aussi bien qu'ils l'auraient fait avant. Il faut seulement les additionner de levure, mais alors on est maître de celle qu'on ajoute, et par conséquent de la fermentation qui prend naissance, tandis qu'avant on ne pouvait échapper à l'intervention des levures contenues normalement dans le moût. On peut donc, par ce moyen, faire fermenter, sans goût de cuit, des moûts de raisin par des levures pures. J'ai obtenu dans cette direction des résultats intéressants et nouveaux sur lesquels je reviendrai. »

ZOOLOGIE. — *Sur la larve de* Thrixion Halidayanum *Rond., Insecte diptère de la tribu des* Tachininæ, *parasite de* Leptynia hispanica *Bol., Insecte orthoptère de la famille des* Phasmidæ. *Stades larvaires et biologie.* Note de M. **J. Pantel**, présentée par M. Edm. Perrier.

« Il a été publié sur les larves de Tachinaires un grand nombre d'observations de détail, relatives à une période de leur existence ou à diverses particularités de leurs habitudes parasitiques, mais il n'existe pas à notre connaissance de travail suivi embrassant l'histoire complète d'une espèce. Nos recherches ont porté sur les états successifs de la vie larvaire, ainsi que sur un ensemble assez considérable de faits biologiques et éthologiques.

» I. L'œuf de *Thrixion* est un corps ovale, mesurant près de $0^{mm},5$ dans le sens du grand axe. Aux époques voisines de l'éclosion il laisse reconnaître par transparence divers détails très caractéristiques du tégument de la jeune larve, en particulier l'armure buccale en $<$.

» La larve a un corps vermiforme, acéphale, dépourvu de verrues pseudopodiques, composé de dix somites, dont trois céphalo-thoraciques et sept abdominaux. Son évolution, depuis la sortie de l'œuf jusqu'à la formation du tonnelet, se décompose en trois stades, séparés par l'interposition de deux mues, auxquels sont liés des caractères extérieurs assez différents (*trimorphisme larvaire*).

» Au stade I (1^{mm}-$1^{mm},5$), la couleur, qui était blanche à l'éclosion, passe progressivement au jaune par développement d'un pigment dissous dans le plasma sanguin, la cuticule est lisse, l'extrémité antérieure arrondie, l'armure buccale a la forme d'un $<$ à pointe exsertile, enfin les stigmates consistent dans une vésicule claire, unique pour chacun d'eux.

» Au stade II (2^{mm}-$5^{mm},5$), la teinte jaune se sature de plus en plus, le tégument est glabre, l'extrémité antérieure du corps bilobé, les lobes s'étirant successivement davantage et finissant par constituer deux bâtonnets à bout arrondi, susceptibles de rétraction. A l'armure buccale a fait place une charpente pharyngienne entièrement cachée, formée d'une pièce paire latérale et d'une pièce impaire transversale, indépendantes. Chaque stigmate postérieur consiste dans un système de vésicules terminales arrondies (5-8) distribuées comme les trous d'une pomme d'arrosoir, dans une plaque noire, bombée; les deux plaques sont tout d'abord indépendantes, mais il se développe une sorte de boucliers chitineux, noir de jais, qui les englobe, transformant toute la région stigmatique en une pièce indéformable; des saillies chitineuses de diverses formes hérissent la cuticule dans toute la région stigmatique et un peu en dehors du bouclier.

» Au stade III (6^{mm}-12^{mm}), la couleur est orangée, la cuticule porte des poils courts, coniques, dressés, d'abord hyalins, puis noirs. Les bâtonnets sensoriels deviennent cylindriques; leur bout est tronqué. L'armature pharyngienne est du même type, mais plus compliquée qu'au stade précédent. Le premier somite porte à son bord postérieur deux stigmates reproduisant le stigmate postérieur du stade II avec un nombre de vésicules pertusiformes plus considérable. Les stigmates postérieurs sont portés à l'extrémité d'un gros tubercule cylindrique bifide, corné, situé obliquement par rapport à l'axe du corps; ils sont formés d'un groupe de bosselures ayant chacune la valeur du stigmate antérieur.

» L'identification des divers stades entre eux et avec l'embryon observé par transparence sous le chorion se fait pas à pas, au moyen de repères fournis par l'armure buccale et par la vieille dépouille cuticulaire qui reste accidentellement (première mue) ou normalement (deuxième mue) adhérente autour de la pièce stigmatifère. Cette persistance fournit la preuve matérielle qu'il y a deux mues et qu'il n'y en a que deux.

» Une particularité digne d'attention, c'est que les stigmates antérieurs ne se montrent pas à la première mue, comme dans toutes les larves jusqu'ici étudiées, chez les Muscides, mais seulement à la deuxième.

» II. L'œuf est fixé, au moyen d'une gouttelette de mucus, sur le tégument des femelles de *Leptynia* (dorsites thoraciques ou abdominaux, flancs, faces latérales des fémurs). Aux environs d'Uclès, dans l'Espagne centrale, on les trouve du 20 juin au 20 juillet, terme moyen.

» Une fois venu le moment de l'éclosion, la jeune larve utilise son armure buccale pour perforer successivement le chorion de l'œuf et le tégument de l'Orthoptère sur lequel il est collé.

» Les deux trous se correspondent exactement, sauf d'assez rares exceptions, le petit ver ayant ainsi ses derrières protégés par la coque, tout le temps que dure la difficile opération du forage. La pénétration dans la cavité générale de l'hôte a lieu de cette sorte, par un point à peu près quelconque, tantôt à travers une partie molle, et tantôt à travers une partie très dure, comme l'exosquelette du mesonotum ou même d'une patte. Elle est complète : le parasite ne reste pas suspendu à la paroi, mais tombe au milieu des viscères, pour y mener quelque temps une existence libre.

» Après la première mue, il s'installe parmi les gaines ovigènes du Phasme, près de la paroi abdominale latérale, perfore, à reculons, la peau du flanc, au moyen des saillies chitineuses de son armature stigmatique et entre dans une période de vie fixée. La perforation est due à la destruction de l'hypoderme et à l'usure mécanique de la cuticule par les accidents chitineux de la région stigmatique, fonctionnant comme les dents d'une râpe. L'orifice achevé, le parasite y tient appliqué son appareil respiratoire, sans jamais le retirer jusqu'à l'époque de la transformation. Les *Leptynia* por-

teurs de larves assez développées se reconnaissent aisément à la présence d'un bouton noir simplement affleurant (stade II) ou d'un tubercule grenu saillant (stade III). La mue qui marque le passage du stade II au stade III s'accomplissant dans ces conditions, la cuticule du corps ne peut être rejetée; elle reste adhérente autour de la proéminence stigmatique, tandis que le revêtement des stigmates eux-mêmes se détache pour son propre compte et tombe en dehors.

» La durée totale de la vie larvaire semble être comprise entre quinze et trente jours.

» Arrivé à maturité, le ver sort à reculons, par l'orifice qui lui a servi jusque-là de prise d'air, sans causer d'autre dommage à son hôte qu'une légère hémorragie, sans suites graves. Tombé à terre, il cherche aussitôt un abri pour s'empuper, ce qui est réalisé en quelques heures. Le puparium a la forme ordinaire de tonnelet; le tubercule stigmatifère, très oblique dans la larve, se place exactement suivant le grand axe de l'ellipsoïde.

» La sortie de l'imago a lieu dix à treize jours après.

» III. L'action directe du parasite sur son hôte, mise à part la lésion traumatique de la paroi ventrale, consiste uniquement à prélever pour lui même une partie des réserves nutritives charriées par le sang. A l'inverse des autres Tachinaires dont le parasitisme brutal est compliqué de sarcophagie, ou moins à une certaine époque de leur existence, celui-ci est dépourvu de tout instrument buccal capable de faire une lésion mécanique (sauf, bien entendu, l'organe temporaire de perforation). Son influence détermine toutefois un affaiblissement général qui se manifeste avant tout par l'atrophie des gaines ovigères. Comme le ver a précisément la couleur et jusqu'à un certain point la forme et les dimensions d'un œuf immature de *Leptynia*, on peut caractériser cette influence en disant qu'il y a *castration indirecte, substitution ovulaire* (Giard).

» Une réaction spéciale de la part de l'hôte, en jeu durant toute la période d'existence fixée, détermine une fermeture étanche en développant autour de la saillie stigmatique du parasite un bourrelet inflammatoire qui fonctionne à peu près comme une boîte à étoupes. Ce bourrelet comprend les deux facteurs anatomiques du tégument, hypoderme et cuticule; il ne va pas cependant jusqu'à former une de ces membranes d'enveloppe souvent signalées autour des larves de Diptères parasites. »

BOTANIQUE. — *Vie latente et plasmatique de certaines Urédinées.* Note de M. J. Eriksson.

« Stockholm, 20 février 1897.

» La rouille des céréales se communique d'une plante à l'autre bien moins aisément qu'on ne le croyait; la distance entre les plantes a une influence considérable ([1]).

» Dans certains cas, ce phénomène s'explique par ce fait qu'il existe, parmi les diverses espèces de rouille de céréales, un grand nombre de *formes spéciales*, réellement différentes, qui se rapportent chacune à une espèce nourricière particulière ([2]); dans d'autres cas, les spores ont une prédisposition défavorable à la germination ([3]). Cependant, lorsque les spores germent aisément, on a vu l'attaque demeurer restreinte parmi des plantes pouvant recevoir la même forme spéciale de champignon.

» Ces observations seules étaient déjà de nature à faire supposer que la nature de la maladie de la rouille et son intensité pouvaient être dues, non pas à la dispersion de grandes quantités de germes nouveaux, ni à la production de nombreux centres d'attaque, mais à une autre origine toute différente. J'ai été amené à penser que le germe primordial de la maladie existe dans l'intérieur de la plante elle-même ([4]) et reçoit une grande puissance d'extension par les conditions extérieures (la saison, la lumière, la chaleur, le sol, etc.).

» Les expériences que j'ai faites en 1894 et 1895 ont vérifié cette supposition. J'ai renfermé des plantes d'un froment très disposé à la rouille jaune (*Puccinia glumarum* Eriks. et Hen.), poussées en plein champ, dans de longs et vastes tubes de verre, bouchés aux deux extrémités avec du coton, et aussi des plantes d'une variété d'orge, très disposée à la même

---

([1]) J. Eriksson, *Neue Untersuchungen über die Specialisierung, Verbreitung und Herkunft des Schwarzrostes* (*Jahrb. f. Wiss. Bot.*, XXIX, p. 511; 1896).

([2]) J. Eriksson, *Ueber die Specialisierung des Parasitismus bei den Getreide-rostpilzen* (*Ber. d. Deutch. Bot. Ges.*, XII, p. 292; 1894).

([3]) J. Eriksson, *Ueber die Forderung der Pilzsporenkeimung durch Kälte* (*Centr. Bl. f. Bact. u. Paras.-kunde*, Abt. 2, p. 557; 1895).

([4]) J. Eriksson, *Neue Untersuchungen*, etc., (*Jahrb. f. Wiss. Bot.* t. C, p. 521, 524).

rouille, dans des caisses de verre, construites spécialement pour ces expériences; les plantes étaient ainsi isolées de toute contagion extérieure, à l'aide de coton, et leurs racines plongeaient dans un sol purifié de tous germes infectieux par une stérilisation préalable. On devait certainement penser qu'aucun développement d'Urédinée ne se produirait. Cependant, si extraordinaire que ce fait puisse paraître, des taches de rouille se montrèrent au bout de deux mois environ.

» Ce fut en vain que je cherchai à constater, par le microscope, la présence de germes infectieux internes. Certainement je découvris, comme il a été raconté ailleurs ([1]), dans les tissus périphériques des graines du froment ridées et déformées par la rouille, un mycélium très développé, et même parfois des espèces de nids des spores d'hiver (*teleutosporæ*). Mais toutes les tentatives faites pour trouver un mycélium dans le germe lui-même, que ce fût dans le germe renfermé encore dans la graine, ou dans le germe sortant de la graine à la germination, restèrent infructueuses. Ce n'est que vers l'époque où les premières taches de rouille commençaient à apparaître, 4-8 semaines après les semailles, qu'on put observer un mycélium de ce genre, mais même alors seulement dans le voisinage immédiat des taches.

» Comment expliquer l'apparition de ce mycélium, alors qu'on ne pouvait découvrir aucun foyer d'infection, soit sous la forme d'*œcidium*, d'*uredo* ou de *puccinia*, dans le voisinage, à l'époque directement précédente? Une indication pour résoudre ce problème mystérieux se présenta dans le courant de l'été 1893.

» En examinant ces taches de rouille très jeunes sur les feuilles de froment, j'ai découvert, à l'aide d'un grossissement puissant, que les cellules chlorophylliennes renferment des *corpuscules spéciaux*. Ces corpuscules, mélangés aux autres éléments des cellules, sont plasmatiques, d'une forme oblongue le plus souvent, un peu recourbés; ils sont solitaires ou réunis dans chaque cellule. Quelques-uns paraissent flotter librement dans le protoplasma; d'autres ont atteint la paroi; d'autres enfin se sont ramifiés, ont perforé cette paroi et ont émis au dehors un filament mycélien intercellulaire, en laissant un suçoir à l'intérieur de la cellule. A une distance plus grande de la tache, on n'observe plus ni filament ni corpuscule.

([1]) J. Eriksson und E. Henning, *Die Getreideroste, ihre Geschichte und Natur sowie Massregeln gegen dieselben;* Stockholm, P.-A. Norstedt et Sön, 1896, p. 206.

» Je suis amené à considérer les corpuscules plasmatiques, flottant librement dans la cellule, comme la forme primordiale sous laquelle le plasma du champignon s'individualise.

» Il a, auparavant, vécu d'une vie latente, une vie qu'on pourrait appeler l'*état mycoplasmatique* du champignon, dans le protoplasma de la plante hospitalière et mêlé à lui, dans un état de symbiose (*mycoplasma-symbiose*) peut-être plus intime que dans aucun autre des cas connus jusqu'ici ([1]).

» A un certain moment, et sous l'action des agents extérieurs, les deux êtres intimement mêlés se séparent; on voit apparaître d'abord des corpuscules figurés, puis un mycélium. Le champignon est entré dans l'état où nous le connaissons depuis longtemps déjà, c'est-à-dire dans son *état mycélien*. Les spores ne tardent pas à se former ([2]). »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Contribution à la physiologie de la greffe. Influence du porte-greffe sur le greffon.* Note de MM. **Gustave Rivière** et **G. Bailhache**, présentée par M. Chatin.

« Depuis longtemps déjà on avait observé que les arbres fruitiers, et notamment les nombreuses variétés de poirier à fruits de table que nous cultivons, étaient toujours influencées dans leurs caractères, suivant la nature des porte-greffes sur lesquelles elles étaient greffées.

» On avait remarqué, en effet, que si les particularités essentielles de ces variétés n'étaient point changées, leur vigueur et leur hâtivité à fructifier, ainsi que le volume, la couleur et la saveur de leurs fruits, étaient cependant notablement modifiés selon qu'elles étaient greffées sur le *poirier franc* ou sur le *cognassier*.

» Mais jusqu'à ce jour, quoique ces observations se rapportassent à l'une des plus importantes questions de Physiologie végétale, aucune n'avait été l'objet d'un contrôle scientifique afin de leur donner toute la

---

([1]) Cf. le *Parasitisme de* Rozella *et* Woronina *dans les cellules des Saprolégniées selon* M. Cornu (*Ann. des Sciences nat., Bot.,* V, S. XV; 1872) et A. Fischer (*Jahrb. f. Wiss. Bot.,* XIII; 1882). Voir aussi A. de Bary, *Vergleichende Morphologie und Biologie der Pilze;* Leipzig, 1884, p. 424.

([2]) Les nombreuses expériences et observations sur lesquelles s'appuie ma théorie de l'origine de la rouille des céréales seront bientôt exposées dans un Mémoire étendu; on y trouvera les conséquences qui découlent de cette théorie.

précision et la rigueur indispensables. C'est ce travail que nous avons entrepris et que nous résumons dans cette courte Note.

» Comme il fallait procéder dans des conditions absolument semblables, nous avons soumis à l'analyse, pendant trois années consécutives, des fruits mûrs de la variété de poirier connue sous le nom de *Triomphe de Jodoigne*, que nous récoltions sur deux arbres dont l'un est greffé sur *franc* et l'autre sur *cognassier*.

» Les résultats de ces analyses, que nous avons réunis sous forme de *moyennes*, sont consignés dans les colonnes du Tableau ci-dessous.

» Il n'est toutefois pas inutile d'ajouter de suite que ces deux poiriers sont du même âge (15 ans), que leur végétation a toujours été normale, qu'ils sont dirigés sous la même forme et qu'ils sont plantés côte à côte dans le même jardin : par conséquent, qu'ils plongent leurs racines dans le même sol.

» Ni la composition du sol, ni l'âge des arbres, ni l'exposition, qui ont souvent tant d'influence sur le volume et la saveur des fruits, ne peuvent donc être invoqués contradictoirement dans la circonstance.

Nature des éléments dosés et particularités.	Nature du porte-greffe.		Excédent en faveur du *Triomphe de Jodoigne* greffé sur cognassier.
	Poirier franc.	Cognassier.	
Couleur du fruit	Verte.	Jaune doré, teinté de rose du côté du soleil.	»
Poids moyen (établi sur 10 fruits)	280gr	406gr	126gr
Densité des fruits	0,993	0,9987	0,0057
Densité du jus à 15°....	1,046	1,051	0,005
Acidité du jus (par litre et exprimé en acide sulfurique SO^3HO....	1,070	1,196	0,126
Cendres (par litre de jus).	2,166	2,466	0,300
Sucre réducteur (par litre de jus)	90,066	95,466	5,400
Sucre total (par litre de jus	93,400	102,333	8,933

» De la lecture de ce Tableau, qui résume les résultats des analyses exécutées pendant les années 1894-95 et 1896, il est facile de déduire :

» 1° Que le *poids moyen* des fruits récoltés sur le Triomphe de Jodoigne

greffé sur le cognassier est bien supérieur à celui des fruits provenant de la même variété greffée sur le poirier franc;

» 2° Que la *densité* de ces mêmes fruits est plus élevée dans le premier cas que dans le second;

» 3° Que la proportion d'acide libre (exprimé en acide sulfurique, SO^3HO) est plus grande dans le jus extrait des fruits récoltés sur la variété dont il s'agit, greffée sur le cognassier, que dans le jus des fruits récoltés sur cette même variété, greffée sur le franc;

» 4° Enfin, et c'est là le fait le plus important qu'il convenait particulièrement de mettre en relief, c'est que la quantité de sucre total contenue dans le jus des fruits récoltés sur le Triomphe de Jodoigne greffé sur le cognassier est notablement plus élevée que dans le jus des fruits cueillis sur cette même variété, quand celle-ci est soudée au franc.

» On observe, en effet, une différence de près de 9^{gr} de sucre total par litre de jus en faveur de la greffe sur cognassier.

» Soit, en somme, pour des arbres produisant annuellement chacun 300 fruits environ, de 280^{gr} ou de 406^{gr}, suivant le porte-greffe, une quantité de sucre total qui atteint seulement 7^{kg} avec le Triomphe de Jodoigne soudé au franc, tandis qu'elle dépasse 11^{kg} avec cette même variété greffée sur cognassier.

» La fonction chlorophyllienne est donc manifestement moins active dans le premier cas que dans le second.

» Sans insister sur la coloration, qui est toujours plus exaltée chez les fruits récoltés sur le Triomphe de Jodoigne greffé sur le cognassier, ni sur la proportion variable de cendres contenue dans le jus de cette variété de poires, selon la nature du porte-greffe, quoique ces différentes particularités ne soient pas sans importance, nous nous permettrons d'ajouter, cependant, que les recherches que nous avions entreprises, sur le même sujet, en 1886 et 1887, et sur la variété de poirier connue sous le nom de *Doyenné d'hiver*, nous avaient donné des résultats absolument semblables à ceux que nous venons de faire connaître.

» Nous les reproduisons dans le Tableau ci-dessous :

Nature de la variété.	Nature du sujet porte-greffe.	Poids moyen.	Sucre total pour 100 de jus.
Doyenné d'hiver.......	Cognassier......	435^{gr}	$11^{gr},59$
Doyenné d'hiver.......	Franc..........	230^{gr}	$9^{gr},04$

» De l'ensemble de ces expériences il résulte que le porte-greffe exerce

une influence considérable sur le greffon, puisqu'il jouit de la propriété d'exalter ou d'affaiblir la plupart des phénomènes physiologiques dont celui-ci est le siège. »

M. **Ém. Serrant** adresse une Note « Sur un procédé de dosage ou d'extraction de l'or d'un minerai aurifère ».

Le procédé consiste à introduire dans la masse du minerai broyé, en proportions calculées d'après la richesse approximative du minerai, un mélange de chlorure de sodium, d'azotate de sodium et d'acide sulfurique. Uue fois la réaction terminée, on ajoute de l'eau pour dissoudre le chlorure d'or formé, et l'on précipite l'or soit par le sulfate ferreux, soit par l'acide oxalique ou l'hydrogène sulfuré.

A 4 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Section de Botanique présente la liste suivante de candidats pour la place laissée vacante par le décès de M. *Trécul* :

En première ligne..........................	M. G. **Bonnier**.
En seconde ligne, par ordre alphabétique......	M. **Bureau**. M. **Maxime Cornu**. M. **Prillieux**. M. B. **Renault**. M. **Zeiller**.

Les titres de ces candidats sont discutés.

L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à 4 heures trois quarts.

M. B.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 8 MARS 1897,

PRÉSIDENCE DE M. A. CHATIN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE MINÉRALE. — *Recherches sur les terres contenues dans les sables monazités;* par MM. **Schützenberger** et **Boudouard**.

« Le sulfate de cérium cristallisé, obtenu par le traitement des sables monazités, nous a donné à l'analyse des nombres qui conduisent, pour le métal correspondant, à un poids atomique sensiblement plus élevé que celui qui résulte de l'analyse du sulfate de cérium provenant de la cérite (140,5 à 141 au lieu de 139 à 139,5, pour la formule Ce^2O^3). Ce résultat indiquant la présence probable d'une terre étrangère, voisine du cérium, nous avons cherché à isoler celle-ci et nous y sommes arrivés en procédant de la façon suivante :

» 1° Les sables monazités, réduits en poudre, sont traités par l'acide sul-

furique, à chaud. L'excès de l'acide sulfurique est évaporé et le résidu est traité par l'eau.

» 2° La solution est saturée par du sulfate de potassium qui précipite les terres du groupe cérique, sous forme de sulfates doubles insolubles dans l'eau chargée de sulfate de potassium. Le précipité est lavé avec une solution saturée de sulfate de potassium, puis mis en suspension dans l'eau et décomposé à chaud par un excès de soude caustique. Les oxydes hydratés, précipités et lavés, sont dissous dans l'acide azotique et précipités à nouveau par l'ammoniaque, lavés, redissous dans l'acide azotique et finalement précipités par l'acide oxalique.

» 3° Les oxalates, lavés et séchés, sont convertis en nitrates par l'acide nitrique. Les nitrates desséchés sont fondus à 320° avec 8 parties de salpêtre (procédé Debray) jusqu'à fusion tranquille. L'oxyde de cérium (bioxyde), insoluble, est séparé par dissolution dans l'eau du salpêtre et des nitrates de didyme et de lanthane. Après lavage, il est transformé en sulfate par l'action de l'acide sulfurique; le sulfate dissous est précipité par l'acide oxalique; l'oxalate lavé est converti en nitrate que l'on sèche et que l'on fond une deuxième fois avec 8 parties de salpêtre, à 320°. Ce second traitement a pour but d'éliminer de petites quantités de didyme entraînées dans la première fusion. On obtient ainsi un oxyde jaune clair, très divisé, qui est converti par l'acide sulfurique d'abord en sulfate cérique jaune, puis en sulfate céreux $(SO^4)^3Ce^2$, par une calcination modérée du sulfate cérique $(SO^4)^2Ce$.

» 4° Le sulfate céreux blanc est dissous à froid dans l'eau et la solution est chauffée dans une capsule, au bain-marie. Il se sépare pendant l'évaporation, le liquide étant maintenu entre 75° et 80°, une abondante cristallisation. Lorsque le dépôt des cristaux formés à chaud cesse de se produire, on décante l'eau-mère.

» Les cristaux séparés sont déshydratés, dissous à froid dans l'eau, et la solution est concentrée à chaud comme la première fois, avec séparation de cristaux et d'une eau-mère. La même opération est répétée plusieurs fois, et les eaux-mères provenant des cristallisations successives sont réunies à la première. Nous obtenons ainsi : 1° un sulfate cristallisé en prismes brillants, incolores, contenant 13,5 d'eau de cristallisation, entièrement éliminable vers 300°, que nous désignerons par A; 2° une eau-mère B.

» Les cristaux A, déshydratés et dissous dans l'eau, ont été précipités par un grand excès d'une solution d'oxalate neutre d'ammoniaque. La liqueur, chauffée au bain-marie pendant quelques heures, est filtrée après refroidis-

sement complet et l'oxalate de cérium est lavé avec une solution d'oxalate d'ammoniaque, jusqu'à ce que le liquide filtré ne trouble plus par addition d'acide nitrique. Cette opération a pour but d'éliminer le peu de thorium qui pourrait être mélangé au cérium.

L'oxalate de cérium est de nouveau converti en sulfate. L'analyse de ce sulfate, séché à 440°, a donné : 1° pour 2,7196 de sulfate anhydre, 1,6491 d'oxyde calciné de couleur rose; en comptant cet oxyde comme bioxyde (CeO^2), on a, pour le poids atomique du métal, Ce = 140,5; 2° pour 2,6017 de sulfate anhydre, on a trouvé 3,1904 de sulfate de baryum, d'où l'on déduit Ce = 141,05.

» Le dosage de l'acide sulfurique par le chlorure de baryum exige certaines précautions qui ont été indiquées par l'un de nous dans une précédente Note sur le cérium.

» L'augmentation du poids atomique du cérium de monazite ne dérive donc pas de la présence du thorium qui aurait été enlevé par le traitement à l'oxalate d'ammoniaque. Néanmoins, et pour plus de garantie, nous avons appliqué à la solution étendue de ce sulfate la méthode indiquée par M. Lecoq de Boisbaudran, en la chauffant doucement et pendant longtemps avec un excès d'oxyde cuivrique précipité et déshydraté à 100°. L'oxyde cuivrique précipite le thorium et non le cérium; très peu de cuivre est entré en solution; le liquide filtré offrait une couleur verdâtre. Débarassé du cuivre par l'hydrogène sulfuré et concentré au bain-marie, ce liquide a fourni des cristaux en apparence semblables aux premiers, mais dont l'analyse diffère sensiblement. Voici cette analyse :

» 1° Sulfate hydraté, 3,9288; sulfate anhydre obtenu, 3,4002; eau pour 100, 13,47.

» 2° Sulfate anhydre employé, 2,3070; oxyde (blanc) obtenu par calcination, 1,3928 : d'où Ce = 138,6, en considérant l'oxyde comme bioxyde.

» 3° Sulfate anhydre employé, 2,3667; sulfate barytique obtenu, 2,9320 : d'où Ce = 138,1.

» 4° Sulfate anhydre employé, 2,7475; sulfate barytique obtenu, 3,4045 : d'où Ce = 138,1.

» 5° Sulfate anhydre employé, 2,4170; sulfate barytique obtenu, 2,9990 : d'où Ce = 137,7.

» Dans toutes les analyses effectuées avec des produits similaires, purifiés à l'oxyde de cuivre, le dosage par calcination du sulfate donne, pour le poids atomique du cérium un nombre un peu supérieur à celui qui résulte du dosage de l'acide sulfurique.

» C'est l'inverse qui s'observe toujours lorsqu'on analyse les sulfates de cérium qui n'ont pas subi la purification à l'oxyde de cuivre; le poids atomique déduit de la calcination du sulfate, en comptant l'oxyde résidu comme bioxyde, est alors sensiblement inférieur à celui déduit du dosage de l'acide sulfurique.

» *Examen des eaux-mères* B. — Les eaux-mères B, étendues d'eau, ont été traitées directement par un excès d'oxyde cuivrique précipité et déshydraté à 100° au sein de l'eau.

» Il s'est dissous une quantité notable de cuivre, et l'excès de cet oxyde s'est trouvé mélangé d'une forte proportion d'un hydrate blanc précipité. Le dépôt a été lavé et réuni au précipité fourni par les cristaux A sous l'influence de l'oxyde cuivrique.

» La liqueur filtrée, débarrassée de cuivre par l'hydrogène sulfuré, a fourni des cristaux de sulfate céreux, semblables aux précédents, et dont l'analyse conduit aux mêmes résultats : c'est-à-dire à environ Ce = 138,0.

» *Examen du précipité fourni par l'oxyde de cuivre.* — Celui-ci est délayé dans l'eau et dissous dans un *léger* excès d'acide sulfurique. La solution tiède est débarrassée de cuivre par l'hydrogène sulfuré. Elle offre encore très manifestement les caractères des sels de cérium. Traitée par la soude elle donne, après addition d'eau oxygénée, un précipité coloré en jaune orangé. D'autre part, elle révèle la présence d'assez fortes proportions de thorium ou de corps analogues; c'est ainsi que, concentrée au bain-marie, elle fournit un abondant dépôt floconneux blanc, formé d'aiguilles enchevêtrées, dont l'analyse conduit à des poids atomiques voisins de celui du thorium, mais inférieur.

» En vue de séparer le cérium du thorium, nous avons saturé la liqueur par du sulfate de soude; au bout de quelque temps il s'est formé un précipité peu abondant de sulfate double qui a été séparé au bout de douze heures et lavé avec une solution saturée à froid de sulfate de soude.

» Ce sulfate double, décomposé à chaud par la soude caustique, a donné un oxyde qui, converti en sulfate, offre les caractères de celui du cérium. L'analyse de ce sulfate a donné les résultats suivants :

» 1° Sulf. anh. empl., 2,3014; sulfate barytique obtenu, 2,7570 : d'où Ce = 147,8.

» 2° Sulf. anh. empl., 3,3074; oxyde calciné obtenu, 2,0074 : d'où Ce = 141,0.

» 3° Sulf. hydr., 3,6582; sulfate anhydre obtenu, 3,1611; eau pour 100 13,5.

» 4° Sulf. anh. empl., 1,7673; oxyde calciné obtenu, 1,0730 : d'où Ce = 141,1.

» La solution de ce sulfate cristallise pendant l'évaporation en croûtes cristallines adhérentes au fond de la capsule et qui paraissent homogènes jusqu'à dessiccation de la dernière goutte du liquide. On peut calculer, d'après ces résultats, que l'oxyde obtenu par calcination du sulfate offre une composition voisine de celle de la formule $2Ce^2O^3.Ce^2O^4$.

» *Examen de la solution saturée de sulfate de soude séparée du précipité précédent.* — La terre retirée de cette liqueur par précipitation au moyen de la soude caustique, lavée, dissoute dans l'acide azotique, précipitée à nouveau par l'ammoniaque et lavée, révèle encore la présence de composés cériques. Ses solutions donnent avec la soude un précipité blanc, qui devient jaune rougeâtre par addition d'eau oxygénée. On arrive à séparer la partie cérique qui provoque ces manifestations colorées, en traitant la solution neutre du sulfate par un excès d'oxalate neutre d'ammoniaque, à froid. La majeure partie du précipité se dissout; la partie insoluble, filtrée et lavée, calcinée et enfin transformée en sulfate, donne un sel très soluble dans l'eau, qui ne se sépare pas en cristaux pendant l'évaporation; le liquide devient épais par concentration, en formant à la surface des peaux semblables à celles d'une solution de gomme. Par évaporation, on obtient une masse incolore, amorphe et transparente, qui, maintenue pendant quelque temps dans une étuve à 100°, devient opaque et cristalline.

» L'analyse de ces cristaux, qui donnent les réactions colorées du cérium, a fourni les nombres suivants :

» 1° Sulfate anhydre employé, 2,566; sulfate barytique obtenu, 2,975 : d'où Ce = 157,45.

» 2° Sulfate anhydre employé, 2,6684; oxyde calciné obtenu, 1,6320 : d'où Ce = 144,3, en comptant l'oxyde calciné comme bioxyde. D'après ces résultats, on peut attribuer à cet oxyde la formule déjà trouvée plus haut qui serait celle d'un oxyde intermédiaire.

» Il résulte de là que des terres voisines de l'oxyde de cérium, à poids moléculaires plus élevés, donnent, par la calcination de leur sulfate, non un bioxyde, mais un oxyde intermédiaire.

» Ceci explique le désaccord constamment observé entre les résultats du dosage sulfurique et du dosage par calcination de sulfate, toutes les fois qu'on n'a pas purifié à l'oxyde de cuivre.

» En résumé, nous avons séparé :

» 1° Un cérium à poids atomique voisin de 138, et plutôt inférieur, dont la solution ne précipite pas par l'oxyde de cuivre;

» 2° Un cérium à poids atomique voisin de 148, dont le sulfate est précipité par l'oxyde cuivrique et aussi par le sulfate de soude;

» 3° Un cérium à poids atomique voisin de 157, dont le sulfate est précipité par l'oxyde cuivrique, mais n'est pas précipité par le sulfate de soude; les solutions de ce sulfate sont caractérisées par l'aspect gommeux qu'elles prennent pendant la concentration.

» Ces trois terres peuvent donner des sels cériques jaunes, décomposables par la chaleur en sels céreux blancs. L'eau oxygénée avec la soude les précipite en rouge orangé. L'oxalate d'ammoniaque les précipite toutes trois, et les précipités ne sont pas solubles à froid dans un excès de réactif. L'examen spectroscopique (étincelles avec chlorure) ne révèle aucune différence entre ces trois terres.

» La partie soluble dans l'oxalate neutre d'ammoniaque, et non précipitable par le sulfate de soude, n'offre plus les réactions colorées du cérium. Elle appartient au groupe du thorium. Les expériences effectuées jusqu'à présent établissent qu'ici encore on n'a pas à faire à un produit homogène. Cette question fera l'objet d'une prochaine Note. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur les appareils employés pour recueillir l'air à grande hauteur, dans l'ascension de l'*Aérophile *du* 18 *février* 1897. *Analyse de l'air recueilli*. Note de M. **L. Cailletet**.

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie les appareils qui ont servi, dans l'ascension du 18 février dernier, à recueillir l'air à grande hauteur, en vue d'en déterminer la composition chimique.

» Lorsque le ballon est arrivé au point le plus élevé de sa course, un robinet, de construction spéciale, actionné par un mouvement d'horlogerie, s'ouvre et laisse pénétrer l'air des hautes régions, dans un réservoir où l'on a préalablement fait le vide, puis se referme d'une manière automatique et absolue.

» Le robinet, étudié avec grand soin, a été construit par MM. Ducretet et Cie. Le conduit que suit l'air pour arriver au réservoir est un canal creusé obliquement à l'axe de la pièce mobile du robinet, de façon à aboutir à deux

points situés à des hauteurs différentes, correspondant à l'aspiration de l'air et à son entrée dans le réservoir. Grâce à ce dispositif, on évite la rentrée de l'air qui se produit généralement dans les robinets ordinaires par des rayures circulaires et presque invisibles résultant du rodage des pièces métalliques. Dans le dispositif adopté ces rayures, si difficiles à éviter, ne correspondent plus aux orifices d'entrée et de sortie, et l'appareil peut garder indéfiniment le vide.

» La pièce fixe, en bronze, dans laquelle se meut la clé du robinet, a la forme d'un dé à coudre, comme dans les appareils de M. Carré, destinés à la production du froid.

» Ainsi que je l'ai dit, le robinet est adapté à un mouvement d'horlogerie, qui le fait tourner autour de son axe et permet à l'air de remplir le réservoir à un moment déterminé d'avance.

» On savait, par les graphiques obtenus dans les ascensions précédentes, que le ballon n'atteint sa hauteur maxima qu'après une heure un quart environ. Au moyen d'un arc de cercle gradué en minutes de temps, on peut régler d'avance le moment de l'ouverture du robinet, qui continuant son mouvement de rotation, se referme bientôt et s'arrête contre un butoir disposé à cet effet.

» Il était nécessaire de soustraire les pièces mobiles au froid de ces régions, et d'empêcher que les huiles en se gelant ne vinssent entraver leurs mouvements.

» A cet effet, j'ai placé, dans la boîte capitonnée qui renferme le moteur et le robinet, un récipient métallique rempli d'acétate de soude hydraté et surfondu.

» Ce sel, en reprenant son état cristallin, dégage assez de chaleur pour maintenir, pendant quatre heures au moins, la boîte à une température très supérieure à zéro, malgré le froid de -66° qui règne dans ces hautes régions.

» Le réservoir destiné à contenir l'air est un cylindre en cuivre, fermé par des calottes sphériques; son volume est d'environ 6^{lit}; on l'a chauffé préalablement vers $+150^{\circ}$, puis on y a fait le vide aussi exactement que possible. Un tube de cuivre, de petit diamètre, le fait communiquer au robinet. Dans l'ascension du 18 février dernier, le robinet de prise d'air s'est ouvert, ainsi que je l'avais réglé d'avance, à 15500^{m} : c'est la plus grande hauteur atteinte par le ballon. Le manomètre fixé au réservoir indiquait, pour l'air recueilli, une pression de $0^{\text{m}},14$, qui correspond bien aux pressions notées sur les graphiques du baromètre enregistreur.

» Malgré un traînage de plusieurs kilomètres dans les terres détrempées par les pluies, nos appareils ont été retrouvés intacts.

» Notre éminent Confrère, M. Müntz, a bien voulu se charger de l'analyse de l'air enfermé dans le réservoir; voici le résultat de ses recherches :

» Volume de l'air capté à 15500^{m}, ramené à zéro et à 0^{m},760 = 1^{lit},18581.

» *Composition de l'air.* — Acide carbonique dans 100 volumes d'air = 0^{vol},033.

» Pour 100 volumes d'air privé d'acide carbonique :

	vol
Oxygène	20,79
Azote	78,27
Argon	0,94

» Rapport de l'argon à la somme de l'azote plus l'argon = 0,01185.

» M. Schlœsing fils a déterminé le volume de l'argon, par la méthode si précise qu'il a imaginée, et s'est chargé également du contrôle du dosage de l'oxygène.

» Je crois qu'il sera nécessaire à l'avenir de recueillir de nouvelles quantités d'air afin de le soumettre à des analyses comparatives, qui permettront de fixer avec certitude la composition de l'air qui remplit ces espaces élevés, où les instruments scientifiques n'avaient jamais pénétré jusqu'à ce jour. »

Observations au sujet de la Communication précédente de M. Cailletet ; par M. **A. Müntz.**

« J'ajouterai quelques mots à la Communication de M. Cailletet. Je constate d'abord que son appareil de prise a fonctionné d'une façon irréprochable et que le robinet, qu'un mouvement d'horlogerie fait mouvoir, tient le vide indéfiniment. Il n'y a donc pas à craindre qu'il se soit introduit dans le réservoir d'air étranger.

» La quantité d'air contenu dans le réservoir peut donc servir à calculer la pression barométrique de l'altitude à laquelle la prise a été faite.

» Les résultats de l'analyse montrent déjà, ce qui était d'ailleurs à prévoir, qu'à l'altitude atteinte la composition de l'air ne s'éloigne pas notablement de celle des régions basses.

» Mais ces chiffres ne doivent être acceptés qu'avec réserve. Il convient, en effet, de perfectionner encore le mode de prise, de façon à éviter

toute altération possible dans la composition de l'air prélevé. Il sera nécessaire d'employer, pour le graissage du robinet, une huile minérale incapable d'absorber une trace d'oxygène et d'émettre une trace d'acide carbonique, tout au moins dans les conditions dans lesquelles se fait l'expérience. Il sera nécessaire, également, de faire usage d'un réservoir dont les parois ne puissent absorber aucune trace d'oxygène. Sous ce rapport, un récipient en verre serait l'idéal, mais un réservoir en cuivre doré me semble pouvoir remplir également le but.

» Dans le cas actuel, il est permis de supposer que la petite quantité d'acide carbonique trouvée en plus sur celle de l'air normal (0,033 au lieu de 0,029) est due à l'oxydation de la graisse employée, qui aurait fourni le dixième de milligramme correspondant à cet excès pour le volume d'air recueilli.

» De même, la petite quantité d'oxygène trouvée en moins sur celle de l'air normal (20,79 au lieu de 20,96) et qui représente, pour le volume d'air recueilli, 3^{mgr}, peut tenir à l'absorption de ce gaz par la graisse du robinet et plus encore par la paroi métallique du cuivre étamé.

» En éliminant les causes possibles d'erreur dans de nouvelles ascensions, on pourra arriver à constater avec certitude s'il existe ou non des différences réelles dans l'air pris à diverses altitudes. Car les méthodes d'analyse des gaz sont aujourd'hui assez parfaites, grâce surtout aux efforts de M. Th. Schlœsing fils, pour montrer des différences excessivement petites, si, en effet, il en existe.

» Mais comme il est à prévoir que, dans les régions de l'atmosphère qu'il est actuellement possible d'explorer par les ballons-sonde, l'air subit encore l'effet du brassage qui rend sensiblement uniforme l'air des régions plus basses, on doit s'attendre à ne trouver dans la composition que de faibles différences, qu'on ne peut établir sûrement que si les précautions les plus minutieuses sont prises.

» Il sera d'ailleurs facile de se rendre compte des erreurs attribuables au séjour de l'air dans le réservoir, en introduisant dans celui-ci de l'air de composition connue, qui sera ensuite analysé au bout d'un certain temps. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à l'élection d'un Membre de la Section de Botanique, en remplacement de feu M. *Trécul*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 58,

M. G. Bonnier obtient	. . . .	42 suffrages,
M. Prillieux »	. . . .	11 »
M. Maxime Cornu »	. . . .	5 »

M. G. **Bonnier**, ayant obtenu la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu. Sa nomination sera soumise à l'approbation du Président de la République.

CORRESPONDANCE.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la réduction du problème général de l'intégration*. Note de M. **Riquier**, présentée par M. Darboux.

« Dans diverses Notes communiquées à l'Académie (1), et dans un Mémoire *in extenso* dont elle m'a fait l'honneur d'ordonner l'insertion au *Recueil de Mémoires des Savants étrangers* (2), j'ai établi que tout système différentiel est réductible à un autre composé : 1° d'un groupe de relations finies exprimant certaines des fonctions inconnues à l'aide des autres et des variables indépendantes; 2° d'un groupe orthonome, passif et linéaire du premier ordre, où se trouvent engagées, avec les inconnues restantes, quelques-unes de leurs dérivées à titre d'inconnues adjointes, et dont la solution générale, comme celle de tous les systèmes passifs du premier ordre, dépend évidemment de fonctions arbitraires *en nombre fini*. Or j'ai pu, en partant de ce résultat, et sans m'écarter aucunement de l'ordre d'idées que j'ai suivi jusqu'ici, effectuer une réduction nouvelle du problème général de l'intégration.

---

(1) *Voir* les *Comptes rendus* des 28 mars 1892, 27 février 1893, 24 avril 1893.

(2) T. XXXII, n° 3. *Voir* aussi les *Annales de l'École Normale*, 1893.

» Je rappellerai tout d'abord la définition suivante :

» Étant donné un système du premier ordre résolu par rapport à un certain nombre de dérivées, on peut, pour en disposer nettement les diverses équations, les écrire dans les cases d'un quadrillage rectangulaire dont les lignes correspondent aux variables indépendantes, et les colonnes aux fonctions inconnues, en mettant l'équation qui aurait, par exemple, $\frac{du}{dx}$ pour premier membre, dans la case qui appartient à la fois à la colonne (u) et à la ligne (x). Parmi de semblables systèmes, je distinguerai spécialement ceux dont les lignes peuvent être rangées dans un ordre tel que, en faisant abstraction pour un instant des colonnes vides et des colonnes pleines, chacune des autres, parcourue de bas en haut, soit formée par la succession d'un fragment vide et d'un fragment plein : c'est, avec quelques restrictions en moins dans la définition, le type de système différentiel que nous avons étudié, M. Méray et moi, il y a quelques années [1], sous le nom de *système régulier;* il constitue, comme je l'ai établi dans le Mémoire cité plus haut, un cas très particulier du type que j'ai nommé *orthonome*.

» Enfin, j'appellerai, pour abréger, *système simple*, un système du premier ordre linéaire par rapport aux dérivées des m fonctions inconnues, et résolu par rapport aux m dérivées qui intéressent une seule et même variable; ou, en d'autres termes, un système linéaire du premier ordre, dont le tableau ne contienne, avec une seule ligne entièrement pleine, que des lignes entièrement vides.

» Cela posé, j'ai pu établir les propositions suivantes :

» 1° *Tout système orthonome, passif et linéaire du premier ordre peut, par un simple changement linéaire et homogène des variables indépendantes, se ramener à un système régulier, passif et linéaire du premier ordre, dont les colonnes comprennent respectivement les mêmes nombres d'équations que les colonnes correspondantes du proposé;*

» 2° *Dans tout système régulier, passif et linéaire du premier ordre, la recherche d'intégrales ordinaires répondant à des conditions initiales données se ramène à une recherche semblable exécutée successivement sur divers systèmes simples.*

» En résumé donc, *l'intégration des systèmes différentiels quelconques est réductible à celle des systèmes simples.* »

---

(1) *Annales de l'École Normale*, 1890.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Théorème sur les séries entières.* Note de M. **Hadamard**, présentée par M. Picard.

« Étant données les séries entières

$$f(x) = a_0 + a_1 x + a_2 x^2 + \ldots + a_m x^m + \ldots,$$
$$\varphi(x) = b_0 + b_1 x + b_2 x^2 + \ldots + b_m x^m + \ldots;$$

multiplions entre eux les coefficients correspondants.

» La série ainsi obtenue

$$\psi(x) = a_0 b_0 + a_1 b_1 x + \ldots + a_m b_m x^m + \ldots$$

n'a, *dans tout le plan*, d'autres points singuliers que ceux que l'on obtient en multipliant l'affixe d'un point singulier de f par l'affixe d'un point singulier de φ. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur les centres de gravité des surfaces parallèles à une surface fermée.* Note de M. **Ernest Duporcq**, présentée par M. Jordan.

« Soient M et M′ deux points correspondants de deux surfaces parallèles S et S′ ; désignons par ρ la longueur de la normale commune MM′, par α le cosinus de l'angle qu'elle forme avec un axe fixe Ox, enfin par x et x' les projections sur Ox des vecteurs OM et OM′. De l'équation

$$x' = x + \rho\alpha$$

on déduit, en représentant par ds' un élément de la surface S′,

$$\int_{S'} x'\,ds' = \int_{S'} x\,ds' + \rho\int_{S'} \alpha\,ds'.$$

Or, si les surfaces S et S′ sont fermées, l'intégrale $\int_{S'} \alpha\,ds'$, qui représente la projection de la surface S′ sur un plan perpendiculaire à Ox, est nulle. Par suite, le centre de gravité de la surface S′, supposée homogène, coïncide avec celui de la surface S, en admettant que la masse d'un élément ds de celle-ci est proportionnelle à l'élément ds' correspondant de S′.

» Or, si r_1 et r_2 désignent les rayons de courbure principaux de la surface S au point M,

$$ds' = \left[1 + \rho\left(\frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2}\right) + \rho^2 \frac{1}{r_1 r_2}\right] ds.$$

» Désignons par A, B et C les centres de gravité qu'on obtient pour la surface S, en supposant successivement qu'en chaque point la densité est constante, puis proportionnelle à la courbure moyenne, puis enfin proportionnelle à la courbure totale. Posons

$$a = \int_S ds, \qquad b = \int_S \left(\frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2}\right) ds, \qquad c = \int \frac{ds}{r_1 r_2}.$$

» De ce qui précède, il résulte que le centre de gravité A′ de la surface S′, supposée homogène, coïncide avec celui des points A, B et C, s'ils ont respectivement des masses proportionnelles aux quantités a, $b\rho$ et $c\rho^2$. Quand ρ varie, le point A′ décrit une conique tangente aux droites AB et BC en A et C. On peut donc énoncer les propositions suivantes :

» *Le lieu des centres de gravité* A *des surfaces* S, *parallèles à une même surface fermée, est une conique* (A).

» *Quand les surfaces* S *s'éloignent indéfiniment, le point* A *tend sur* (A), *vers une position limite* C; *soit* (B) *la tangente à* (A) *au point* C : *la droite* (B) *est le lieu des centres de gravité des courbures moyennes des surfaces* S, *et le point* C *est, pour toutes ces surfaces, le centre de gravité des courbures totales.*

» Il y a des cas particuliers où ce lieu des points A se réduit à une droite : celui, par exemple, où les rayons r_1 et r_2 sont reliés involutivement, ce qui arrive lorsqu'une des surfaces fermées S est à courbure totale constante, ou encore si l'une d'elles est une surface minima. »

PHYSIQUE. — *Sur les déformations permanentes du verre et le déplacement du zéro des thermomètres.* Note de M. L. **Marchis**, présentée par M. Mascart.

« A la suite de la publication d'une précédente Note [1], un savant anglais, M. Sydney Young [2], voulut bien attirer mon attention sur divers de ses travaux insérés dans *Nature* et portant sur le déplacement du zéro

---

(1) *Comptes rendus,* novembre 1896.

(2) Sydney Young, *Nature,* Vol. XLI, p. 152, 271, 488.

des thermomètres. Dans une de ces Notes, l'auteur combat l'hypothèse suivante de M. Herbert Tomlinson (¹) :

» Ce n'est pas seulement l'action prolongée de la chaleur, mais aussi le changement de température (échauffement ou refroidissement) qui est efficace dans la production du déplacement du zéro d'un thermomètre.

» Une proposition analogue a été énoncée en 1894 par M. Cantone (²); M. Duhem (³) l'a nettement précisée en rapprochant des phénomènes d'hystérésis magnétique les modifications thermiques du verre. Nous avons institué des expériences systématiques ayant pour but de soumettre l'hypothèse précédente à un contrôle expérimental sérieux.

» Imaginons que l'on prenne deux thermomètres identiques : soit Θ_0 l'indication qui correspond pour chacun d'eux à la température T_0 mesurée sur un étalon. On les porte tous les deux à la température T_1 et on les y laisse un temps t. Mais pour le premier, on maintient la température T_1 fixe pendant ce temps, tandis que, pour le second, on lui donne n oscillations d'amplitude a entre la température T_1 et la température inférieure $T_1 - a$.

» On ramène alors les deux thermomètres à la température T_0; le premier marque Θ_1, le second marque Θ'_1. La relation de grandeur entre Θ_1 et Θ'_1 semble devoir mettre en évidence l'influence que les oscillations de la température exercent sur le déplacement du point zéro du thermomètre. Mais ce procédé si simple est illusoire par l'impossibilité où l'on est de réaliser deux thermomètres *identiques*.

» On prend alors un thermomètre unique et l'on répète un grand nombre de fois sur ce thermomètre l'opération que nous venons de décrire; mais, en chaque opération de rang impair, par exemple, on maintient la température T_1 fixe pendant le temps t; tandis qu'en chaque opération de rang pair, on donne à la température T_1, pendant le temps t, n oscillations d'amplitude a.

» Soient Θ_0 l'indication initiale du thermomètre; $\Theta_1, \Theta_2, \ldots, \Theta_{2n-1}, \Theta_{2n}$ ses indications correspondant à la température T_0 après $1, 2, \ldots, 2n-1, 2n$ opérations.

(¹) HERBERT TOMLINSON, *Nature*, Vol. XLI, p. 198.

(²) CANTONE, *Atti della Reale Accademia dei Lincei. Rendiconti*, 5e série, Vol. III, p. 68; 21 janvier 1894.

(³) P. DUHEM, *Mémoires des Savants étrangers à l'Académie de Belgique*, t. LIV; 1896. Premier Mémoire : *Sur les déformations permanentes et l'hystérésis*, p. 48 à 51.

» Deux cas sont à distinguer :

» Premier cas : *Le thermomètre a déjà subi un recuit à la température* T_1. — Posons.

$$\Delta_{2n-1} = \Theta_{2n-1} - \Theta_{2n-2},$$
$$\Delta_{2n} = \Theta_{2n} - \Theta_{2n-1}.$$

» Dès le début des expériences se trouve vérifiée l'inégalité

$$(1) \qquad \Delta_{2n} > \Delta_{2n-1}.$$

La modification permanente Δ_{2n} produite par un séjour pendant un temps t à la température oscillante T_1 est plus grande que la modification Δ_{2n-1} produite immédiatement avant par un séjour du même temps t à la température fixe T_1.

» Or, si la température T_1 était maintenue fixe dans toutes les expériences, on devrait avoir, d'après une proposition énoncée dans la Note déjà publiée sur ce sujet

$$(2) \qquad \Delta_{2n} < \Delta_{2n-1}.$$

» On est donc conduit à cette conclusion :

» Les oscillations de la température ont un rôle plus efficace qu'un échauffement à température fixe.

» Mes expériences ont porté soit sur un thermomètre en cristal Guilbert-Martin, soit sur un thermomètre en verre vert : la température T_0 est de 60° et la température supérieure T_1 est de 357°. J'ai produit les oscillations de la température T_1 au moyen d'un piston mû par un mouvement d'horlogerie et qui, par conséquent, peut, à des intervalles réguliers, arrêter ou rétablir l'arrivée du gaz au brûleur.

» Je citerai ici quelques-unes des expériences faites avec le thermomètre en cristal.

» Le temps t d'échauffement, soit à température fixe, soit à température oscillante, a été de quarante-deux minutes : le nombre des oscillations a été de six et leur amplitude de 6°,5 environ.

1re série de déterminations..	Moy. des $\Delta_{2n} = 0°,26$	Moy. des $\Delta_{2n-1} = 0°,185$
2e série de déterminations ..	Moy. des $\Delta_{2n} = 0°,16$	Moy. des $\Delta_{2n-1} = 0°,1$

» Enfin, dans toutes les expériences effectuées jusqu'ici sur ce thermomètre, la somme des déplacements dus aux oscillations est de 4°, tandis que la somme des déplacements dus aux échauffements à température fixe n'est que de 2°,3.

» Deuxième cas : *Le thermomètre est neuf.* — Le phénomène du déplacement du zéro se présente alors de la manière suivante :

» Les déplacements Δ_{2n-1}, dus au chauffage à température fixe, sont d'abord supérieurs aux déplacements Δ_{2n} dus aux échauffements à tempé-

rature oscillante : puis ces deux déplacements deviennent égaux, et enfin il y a inversion : les Δ_{2n-1} deviennent inférieurs aux Δ_{2n}, et le même ordre de grandeur se conserve dans la suite des expériences.

» C'est l'existence de cette période initiale qui a probablement induit en erreur certains expérimentateurs, tels que M. Sydney Young, lorsqu'ils ont annoncé que l'échauffement à température fixe avait toujours, sur le déplacement du zéro, une action plus efficace que l'échauffement à température oscillante.

» Il me semble que l'on pourrait expliquer ces phénomènes en admettant que la température T_1, considérée comme fixe, ne l'est pas en réalité; qu'il se produit de petites oscillations dont nous ne connaissons, d'ailleurs, ni le nombre ni l'amplitude, et que ces oscillations accidentelles ont une influence d'autant plus grande sur le déplacement du zéro que le thermomètre est plus neuf [1]. »

PHYSIQUE. — *Application des rayons de Röntgen à la mesure des forces électromotrices de contact.* Note de M. **Jean Perrin**, présentée par M. Violle.

« I. Les rayons de Röntgen, ionisant les gaz qu'ils traversent, y détruisent les lignes de force qu'ils rencontrent. Cette propriété subsiste pour des champs très faibles, et peut être appliquée à la mesure des forces électromotrices de contact.

» Deux lames parallèles, formées par les métaux P et P', sont liées l'une à l'aiguille, et l'autre à la cage d'un électromètre, liée elle-même au point milieu d'une batterie de piles dont les deux pôles sont unis aux deux paires de quadrants. Un pont métallique permet de réunir ou de séparer les deux lames. Après la séparation, les faces en regard sont chargées d'électricités contraires, sous l'influence de la force électromotrice de contact. Si l'on fait maintenant passer entre les plaques un pinceau de rayons de Röntgen qui ne les rencontrent pas, ces rayons détruiront les lignes de force qu'ils atteignent, jusqu'à destruction complète des charges portées par les plaques. Le potentiel dont variera l'aiguille sera lu sur l'échelle graduée qui repère les positions de cette aiguille. Cette variation de po-

(1) Faculté des Sciences de l'Université de Bordeaux (laboratoire de Physique générale).

tentiel est précisément égale à la différence initiale entre les potentiels des deux couches de gaz situées au contact immédiat de P et de P′, c'est-à-dire à la force électromotrice cherchée.

» II. Les mesures sont d'une extrême facilité; les potentiels s'égalisent en quelques secondes, après lesquelles l'aiguille reste immobile, et la sensibilité de l'électromètre employé paraît limiter seule la précision de ces mesures.

» Je me suis borné à employer un électromètre donnant pour 1 volt 50mm de déplacement sur une échelle graduée. Voici les valeurs de forces électromotrices ainsi mesurées, entre de l'iridium pur et différents métaux, soigneusement nettoyés avant chaque expérience :

	volt
Platine	−0,02
Palladium	+0,01
Cuivre	+0,18
Zinc	+1,06
Aluminium	+1,33

» La loi des métaux intermédiaires fut d'ailleurs vérifiée avec soin; par exemple on s'assura que Ir/Zn = Ir/Cu + Cu/Zn à 0volt,015 près.

» Les mesures donnent 0volt,88 pour le couple zinc-cuivre, et 1volt,08 pour le couple platine-zinc. Les mesures faites antérieurement par M. Pellat donnent 0volt,86 pour le premier couple et 1volt,02 pour le deuxième.

» J'insiste sur ce fait que ces nombres s'obtiennent alors que les métaux P et P′ ne sont pas rencontrés par les rayons, ce qui est en parfait accord avec les théories que j'ai données, toute ligne de force rencontrée dans un gaz en repos par les rayons de Röntgen étant détruite, même quand elle est rencontrée en un seul point, pour toute la portion située dans ce gaz. Au reste, même quand les métaux P et P′ sont rencontrés par les rayons, les mesures ne paraissent pas altérées, du moins au degré de précision de l'électromètre employé.

» III. Au lieu de relier les plaques P et P′ à la cage et à l'aiguille d'un électromètre, on peut les laisser en communication permanente par un fil qui traverse un galvanomètre. Si alors on fait passer entre ces plaques un faisceau de rayons X, il se forme une véritable pile et le galvanomètre dévie. J'ai réalisé l'expérience en associant en surface douze éléments, où chaque couple était formé par une lame de cuivre et une lame de zinc d'à peu près 100cq de surface et distantes de quelques millimètres. J'ai obtenu,

sur l'échelle graduée qui donnait les déplacements de l'équipage mobile d'un galvanomètre Thomson, une déviation permanente de 50^{mm}, correspondant à un courant de 7.10^{-9} ampères.

» L'énergie de ce courant est probablement due à la réaction chimique des métaux sur le gaz ionisé; toutefois, même après un courant prolongé, je n'ai pu déceler dans la pile une force contre-électromotrice due à la polarisation des électrodes ([1]). »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur l'action du phosphore sur l'or.* Note de M. A. GRANGER, présentée par M. Troost.

« Schrötter a essayé de préparer du phosphure d'or en faisant passer de la vapeur de phosphore sur le métal porté à une température convenable; il a obtenu ainsi une masse grisâtre à laquelle il a attribué approximativement la formule Au^2P^3. Comme dans son Mémoire ([2]) l'auteur n'a pas indiqué les procédés d'analyse employés et comme il a proposé, pour établir la composition d'un des corps qu'il a préparés, de déterminer le poids du phosphore combiné par l'augmentation pondérale du métal, on est amené à se demander s'il n'a pas établi beaucoup de ses formules par cette méthode et par suite à douter de leur exactitude. Il m'a semblé intéressant de reprendre cette étude et ce sont les résultats de mes recherches que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie.

» Les travaux de MM. Hautefeuille et Perrey ([3]) ont montré que l'or pouvait absorber la vapeur de phosphore, mais que, pendant le refroidissement, il y avait dégagement du phosphore et rochage; j'ai pu néanmoins, en opérant à basse température et en refroidissant rapidement, reproduire les expériences de Schrötter et préparer un phosphure, dont j'ai fait l'analyse.

» J'ai chauffé de l'or divisé (obtenu par la calcination, à basse température, du trichlorure dans un courant de gaz carbonique) dans la vapeur de phosphore, et j'ai constaté que ce dernier corps pouvait être distillé sur le métal sans qu'il y ait trace de combinaison. En élevant la température au voisinage de 400°, on voit le métal perdre son éclat, devenir gris et se boursoufler; si l'on essaie de chauffer plus haut,

---

([1]) Travail fait au laboratoire de Physique de l'École Normale.

([2]) *Annalen der Wiener Akademie,* 1849.

([3]) *Comptes rendus,* t. XCVIII, 1378.

vers le rouge sombre, il n'y a plus de réaction. L'or se combine donc au phosphore, dans ces conditions, dans des limites extrêmement rapprochées, au delà desquelles le métal reste inaltéré. En insistant sur l'action du phosphore sur le métal et en ayant bien soin de refroidir brusquement, quand l'appareil est encore plein de vapeur de phosphore, je suis arrivé à préparer un phosphure de composition constante. Il est nécessaire, pour obtenir ce résultat, de n'opérer que sur de petites quantités de matières, de manière à ce que l'appareil, étant assez petit, sa température puisse descendre rapidement.

» Ce phosphure d'or est gris, très friable; vu au microscope, avec un fort grossissement, il montre une structure caverneuse laissant apercevoir de petits points brillants qui lui donnent une apparence cristalline. Chauffé au contact de l'air, il se détruit; maintenu dans un courant de gaz carbonique, à la température de sa formation, il se décompose totalement, si l'on prolonge le courant suffisamment longtemps.

» Il est attaqué facilement par le chlore et l'eau régale.

» L'analyse (1) de ce corps lui fait assigner la formule Au^3P^4.

» L'instabilité du phosphure d'or permet d'utiliser l'or comme isolant dans les appareils de porcelaine portés à haute température et où circule de la vapeur de phosphore. Ainsi, j'ai employé une lame de ce métal pour empêcher l'adhérence d'une nacelle de porcelaine avec un tube de même matière, dans certaines expériences, et, grâce à cet artifice, j'ai pu utiliser plusieurs fois de suite ces tubes qui, sans cela, eussent été irrévocablement perdus.

» Edmund Davy avait décrit un phosphure d'or, obtenu en chauffant de l'or et du phosphore en tubes scellés; l'impossibilité de séparer le produit du phosphore rouge qui le souille m'a fait abandonner mes tentatives de reproduire ce corps et de l'étudier à nouveau (2). »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur le dosage de l'antimoine à l'état de peroxyde.* Note de M. H. Baubigny, présentée par M. Troost.

« Cette méthode, donnée en 1858 par Bunsen (3) et très en vogue d'abord, est tombée en discrédit. La cause en est due à ce que ce savant,

---

(1) L'analyse a donné :

	Trouvé.	Calculé.
Or	83,92	83,79
Phosphore	16,02	16,21
	99,94	100,00

(2) Travail fait au laboratoire des recherches de la Faculté des Sciences de Paris.

(3) *Annalen Chem. u. Pharm.*, t. CVI, p. 3.

dans une publication ultérieure ([1]), parue en 1878, considère ce procédé comme incertain, parce que, selon lui, la température de décomposition du peroxyde Sb^2O^4, ou acide hypoantimonique, en oxygène et acide antimonieux Sb^2O^3 volatil n'est pas beaucoup plus élevée que celle de la formation du peroxyde; d'où la difficulté d'éviter des pertes.

» Toutefois, beaucoup d'Ouvrages, même des plus récents, mentionnent encore ce corps comme fixe.

» O. Brunck, dans une Note ([2]) publiée en 1895, confirme cette stabilité et ses expériences sembleraient prouver que l'anhydride antimonique, si on le calcine à l'air, se transforme en effet en peroxyde, sans qu'il y ait trace de volatilisation. Au seul cas où il y a pénétration des gaz de la flamme dans le creuset, il se produit, dit Brunck, une réduction et, par suite, une perte d'antimoine sous forme de Sb^2O^3 volatil. C'est à ce fait qu'il attribue la restriction apportée par Bunsen.

» Read, en 1894 ([3]), avait cependant affirmé que, même dans une atmosphère oxydante, l'acide hypoantimonique se transformait en acide antimonieux.

» Devant ces contradictions, j'ai cru bon de reprendre le sujet et de vérifier si, oui ou non, le peroxyde d'antimoine était réellement irréductible par le seul fait de la chaleur.

» Comme, en analyse, on produit ce peroxyde en transformant préalablement les composés d'antimoine en acide antimonique, qu'on décompose ensuite par la chaleur, j'ai donc pris cet acide comme point de départ, en me servant de celui que donne le pentachlorure, chargé de chlore, lorsqu'on le décompose par l'eau. Lavé jusqu'à ce qu'il commence à se redissoudre, le précipité qui reste est de l'acide antimonique parfaitement exempt de chlore. On le sèche alors à 100°.

» Au point de vue du mode opératoire, j'ai fait exclusivement usage de nacelles comme récipients. Pour les températures ne dépassant pas celle de l'ébullition du soufre, les essais ont été faits dans des tubes en verre et, pour les plus élevées, les nacelles étaient mises dans des tubes en porcelaine épaisse. Placés horizontalement, ils étaient assez longs pour émerger très notablement de chaque côté des fourneaux ou appareils de chauffage employés. En outre, la porcelaine était vernissée sur ses deux faces. Dans

---

([1]) *Annalen Chem. u. Pharm.*, t. CXCII, p. 316.
([2]) *Zeitsch. Annal. Chem.*, t. XXXIV, p. 171.
([3]) *Deut. Chem. Gess.*, t. XXVII, R. 462.

ces conditions, toute pénétration des gaz des foyers à l'intérieur des tubes était impossible, et tout phénomène de réduction proprement dite était ainsi écarté. Comme dernière précaution, lors des températures élevées, la nacelle reposait sur une semelle en terre réfractaire et poreuse, de façon à éviter tout contact entre le tube et la nacelle, dont les couvertes à haute température deviennent parfois adhérentes. Enfin, sur la même semelle, on plaçait en un point creusé en godet un petit morceau de fil d'argent ou d'or, destiné à permettre d'apprécier la température atteinte, si l'on voulait opérer aux environs de 900° à 1000°.

» Il me reste à ajouter que j'ai pris pour base de mes calculs le nombre 120 comme poids atomique de l'antimoine, et que les températures 357° et 440° indiquent respectivement l'emploi des bouteilles à mercure et à soufre.

» *Premier essai.* — J'ai opéré avec un peu plus de 2^{gr} d'acide antimonique hydraté, que j'ai porté successivement à 350°, 440°, 550°-600° (c'est-à-dire au rouge naissant) et enfin vers 800°. Les résultats obtenus sont donnés dans le Tableau suivant, dont la première ligne porte les températures; la deuxième, les durées de chauffe (exprimées en heures) subies par le composé d'antimoine successivement à chacune des températures; et enfin, dans la troisième, se trouvent les poids nets (exprimés en grammes) du produit résiduel à la fin de la durée de chauffe inscrite immédiatement au-dessus :

357°.				440°.			550°-600°.	800°.		
0^h15^m	1^h15^m	19^h	31^h	1^h	14^h	23^h	4^h30^m	1^h	2^h	4^h30^m
1,7782	1,7692	1,7567	1,7552	1,7434	1,7239	1,7193	1,6832	1,656	1,6542	1,6542

» A 800°, on a donc une substance fixe. Si nous admettons pour le moment que c'est bien du peroxyde Sb^2O^4, comme lui blanc à froid et jaune serin à chaud, le calcul donne pour le poids correspondant d'anhydride antimonique $Sb^2O^5 = 1^{gr},7412$.

» Or à 357°, pendant les dernières heures, les pertes de poids sont extrêmement lentes, notamment de $0^{gr},0015$ pour les douze dernières heures. A cette température, le produit limite semble donc être l'anhydride antimonique; tandis qu'à 440° il y a déjà un commencement de décomposition de cet anhydride, lente sans conteste, puisque, au rouge naissant, cette décomposition est loin d'être complète après quatre heures et demie de chauffe, mais elle est certaine.

» *Deuxième essai.* — En opérant de même avec près de 4^{gr} de matière,

qu'on porte successivement à 357°, 440° et vers 800°, on a comme expression des résultats d'expérience, si l'on adopte le même mode indicatif que précédemment, le second Tableau :

357°.		440°.		800°.		
8h	15h	9h	16h	0h20m	2h	4h
3,4913	3,4854	3,4242	3,4137	3,3074	3,2822	3,2817

» Comme dans la première recherche, Sb^2O^5 paraît donc stable à 357° en retenant même opiniâtrément un peu de la dernière molécule d'eau, et il a perdu de l'oxygène déjà à 440°, si nous admettons encore que le résidu fixe obtenu à 800° est bien du peroxyde, car 3gr,2817 de Sb^2O^4 correspondent à 3gr,4544 d'anhydride antimonique. Or, le résidu fixe est bien, en effet, du peroxyde Sb^2O^4, ainsi que je l'ai vérifié pour les deux essais; car, dissous dans l'acide chlorhydrique en présence d'iodure de potassium, selon la méthode de Bunsen, la solution de chacun d'eux par l'action du gaz sulfhydrique a fourni un sulfure qui, filtré, lavé, séché, et finalement chauffé à 280° dans un courant d'acide carbonique, selon la méthode classique, correspondait au poids théorique :

	Sb^2O^4 employé.	Sb^2S^3 trouvé.	Sb^2S^3 calculé.
1°	1,6542	1,8278	1,8283
2°	3,2817	3,6263	3,6271

» D'après ces expériences, l'oxyde d'antimoine, obtenu par la décomposition de l'anhydride antimonique à une température voisine de celle de la fusion de l'argent, mais inférieure, est donc bien du peroxyde Sb^2O^4, stable dans ces conditions.

» Dans une prochaine Note, je ferai voir qu'il n'en est plus de même, si l'on élève la température jusqu'à fondre l'argent, et surtout au delà. »

CHIMIE. — *Action des bases libres sur les sels*. Note de M. **Albert Colson**, présentée par M. Schützenberger.

« J'ai établi que le déplacement d'un acide volatil par un acide fixe est généralement un phénomène assimilable aux dissociations hétérogènes [1].

---

[1] *Comptes rendus*, t. CXXIII, p. 1285 et t. CXXIV, p. 81.

En est-il encore ainsi du déplacement d'une base volatile par une base fixe ?

» Pour résoudre cette question, j'ai fait réagir sur le chlorhydrate d'ammoniaque deux alcaloïdes dont j'ai déterminé autrefois les constantes thermiques (1). Ces deux bases ont des constitutions chimiques différentes : l'une, la di-iso-butylamine, est une ammoniaque composée; l'autre, la pipéridine, extraite du poivre, appartient à la série cyclique. Au contraire, au point de vue physique, ces deux alcaloïdes sont liquides et entrent en ébullition vers 120°, c'est-à-dire que leur fixité est comparable.

» *Dibutylamine.* — Ayant brisé, dans un tube rempli de gaz ammoniac sec, une ampoule renfermant du chlorhydrate de di-iso-butylamine desséché, j'ai observé une absorption rapide du gaz. De plus, en opérant dans la glace fondante, j'ai constaté l'existence d'une tension fixe, mesurée par une dépression barométrique égale à 40^{mm} de mercure. L'addition d'une nouvelle quantité de gaz ammoniac augmente momentanément la dépression; mais elle revient peu à peu à la valeur initiale.

» La tension augmente avec la température :

» A 11°, elle devient 53^{mm};

» A 35°, dans la vapeur d'éther, 85^{mm}.

» Ces pressions ne peuvent être confondues avec les tensions maximas de la base en vapeur, car celles-ci n'atteignent guère que 1^{mm} à 0°, et 4^{mm} à 11°.

» *Pipéridine.* — Examinons maintenant l'action de l'ammoniaque sur les sels de pipéridine. A la température ordinaire, le gaz AzH^3 sec est sans action sur le chlorhydrate de pipéridine, même sous une pression mercurielle de 775^{mm}. Au contraire, si l'on verse une molécule de pipéridine sur une molécule de chlorhydrate d'ammoniaque placée dans le vide, l'ammoniaque se dégage aussitôt et, au bout d'un jour, sa tension surpasse la pression barométrique au point que le gaz s'échappe d'une façon continue si l'extrémité du tube barométrique ne plonge pas profondément dans le mercure. A 0° le dégagement s'arrête à une pression comprise entre 759^{mm} et 762^{mm}, même après départ d'une notable quantité d'ammoniaqne. On se trouve donc encore en présence d'une réaction limitée par la pression, et le cas de la pipéridine ne diffère du cas de la butylamine que par la valeur plus forte de la tension de décomposition.

» Remarquons que la décomposition par le gaz ammoniac du chlorhydrate de l'un et de l'autre de ces alcaloïdes se fait avec dégagement de chaleur; j'ai trouvé autrefois que :

1 moléc. chlorhydrate pipérid. sol. $+ AzH^3$ gaz $= AzH^4Cl$ sol. + pipérid. liq. $+8^{Cal}$
1 moléc. chlorhydrate diisob. sol. $+ AzH^3$ gaz $= AzH^4Cl$ sol. + diisob. liq. $+5^{Cal},5$

» Ce dégagement de chaleur, produit par l'absorption de l'ammoniaque,

(1) *Comptes rendus*, t. CXI, p. 103, 266 et 884.

est une condition nécessaire des résultats que je viens d'exposer. Ils sont, en effet, exprimés rationnellement par l'équation de Clapeyron-Clausius; et comme la pression de l'ammoniaque croît avec la température $\left(\text{c'est-à-dire que } \frac{dp}{dt} > 0\right)$, il faut nécessairement que la chaleur dégagée par la condensation du gaz ammoniac soit positive.

» Il reste à constater s'il y a déplacement des alcaloïdes par l'ammoniaque ou formation de sels basiques analogues aux sels polyammoniacaux de M. Troost.

» D'une part, il est aisé de reconnaître l'odeur pénétrante de la butylamine et de la pipéridine; d'autre part, en opérant dans un tube incliné, la dibutylamine se sépare aisément de la masse solide dès que l'on chauffe; quant à la pipéridine, elle s'écoule continuellement au bas du tube tant que le sel ammoniacal n'est pas complètement décomposé. Il y a donc bien déplacement.

» En résumé, la décomposition des sels ammoniacaux par les bases fixes est un phénomène de dissociation hétérogène, comparable à la décomposition du chlorure de plomb par l'acide sulfurique, décrite à la page 81 du présent Tome.

» *Dichlorhydrates d'amines.* — En poursuivant la comparaison entre les deux ordres de phénomènes, j'ai trouvé un autre résultat curieux.

» Le chlorure de plomb, qui n'absorbe pas le gaz chlorhydrique à la température et à la pression ordinaires, se combine aisément avec un excès d'oxyde PbO, base faible, pour donner des oxychlorures. J'ai cherché alors si, inversement, les deux alcaloïdes ci-dessus, qui ne forment pas de chlorhydrates basiques, ne pourraient, au contraire, fixer plusieurs molécules d'acide. A cet effet, j'ai placé, dans une atmosphère de gaz HCl sec, les chlorhydrates neutres de di-iso-butylamine Δ, HCl et de pipéridine Π, HCl. Chacun de ces sels absorbe aussitôt le gaz chlorhydrique, et dans cette action on constate encore que la seconde molécule chlorhydrique, fixée sur le chlorhydrate neutre, possède une tension de dissociation qui dépend uniquement de la température. Voici quelques nombres exprimés en hauteurs de mercure :

	Tensions de dissociation de Δ, 2HCl.	Tensions de dissociation de Π, 2HCl.
A 0°	195 mm	355 mm
A 7°,3	253	462
A 34°	760	»

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un nouveau dérivé le phénylisindazol, obtenu par l'action de l'aldéhyde salicylique sur la phénylhydrazine.* Note de **M. H. Causse.**

« Le produit de la réaction de l'aldéhyde salicylique sur la phénylhydrazine a été jusqu'ici présenté comme une hydrazone avec un point de fusion de 142° [1]. La substance que nous avons obtenue fond à la même température, mais sa composition et sa constitution en font un corps spécial appartenant au groupe de l'isindazol.

» *Préparation.* — Dans 150^{cc} d'alcool, on dissout 30^{gr} de phénylhydrazine et 10^{gr} d'anhydride acétique; la température s'élève, on refroidit dans un courant d'eau; puis on ajoute une solution de 30^{gr} d'aldéhyde orthosalicylique dans environ 100^{cc} d'alcool. Le mélange des deux solutions détermine une nouvelle élévation de température, on laisse les choses en cet état durant quelques minutes, ensuite le vase est plongé dans un bain d'eau à 8° ou 10°. Il se sépare d'abord lentement des cristaux, mais bientôt ils envahissent la totalité du liquide. On jette le tout sur une toile, on essore, et l'on soumet le produit à une compression énergique, ce qui donne un gâteau sec, qui est concassé, pulvérisé et porté à l'étuve; lorsque l'odeur d'aldéhyde salicylique a disparu, on cristallise dans l'alcool et l'on obtient des aiguilles incolores ayant l'aspect prismatique, donnant à l'analyse des nombres qui s'accordent avec la formule $C^{13}H^{10}Az^2$.

» La détermination cryoscopique, faite avec une solution acétique au 100me, a donné pour A les valeurs suivantes : $A = 20, 21$ et $20,50$; ce qui conduit pour le poids moléculaire au nombre 194, répondant à la formule ci-dessus.

» L'hydrazone, de formule $C^{13}H^{10}Az^2O$, exigerait : C, 73, Az; 13,2 et pour poids moléculaire 212.

» *Propriétés.* — Le phénylisindazol, pur et sec, est en aiguilles incolores, stables; à la lumière il se teinte en vert, il fond sans décomposition à 142°; insoluble dans l'eau; peu soluble dans l'alcool, l'éther, la benzine, à froid; il se dissout mieux dans ces liquides à chaud. Les alcalis caustiques sont sans action, le perchlorure de fer ne donne aucune coloration; et la liqueur de Fehling n'est pas réduite. Chauffé en tube scellé à 100° avec de l'anhydride acétique, il donne un liquide brun d'où la soude régénère le corps primitif; l'anhydride benzoïque donne le même résultat.

» Les iodures des radicaux alcooliques sont également sans action, et le nitrite de sodium, réagissant sur une solution acétique, ne forme pas de dérivé nitrosé.

» Ces résultats négatifs indiquent, outre l'absence de la fonction phénolique, celle du groupement imidogène AzH, et permettent de représenter

(1) *B. d. Ch.*, 1884.

par les deux équations suivantes, les réactions donnant naissance au phénylisindazol.

» Dans la première, on aurait

$$C^6H^4\langle{}^{CHO}_{OH} + AzH^2 - AzH - C^6H^5 = C^6H^4\langle{}^{CH = Az - AzH.C^6H^5}_{OH} + H^2O.$$

» Dans la seconde, la fonction phénolique entrant en jeu donnerait le phénylisindazol

$$C^6H^4\langle{}^{CH = Az - AzH.C^6H^5}_{OH} = C^6H^4\langle{}^{CH}_{\underset{C^6H^5}{Az}}\rangle Az + H^2O.$$

(Phénylisindazol).

» L'aldéhyde paraoxybenzoïque, soumise au même traitement que son isomère l'ortho, ne fournit aucune substance; mais en solution aqueuse, on obtient un corps cristallisé, fusible à 179°, dont l'étude et la composition feront l'objet d'une Note prochaine. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action du tannin sur quelques alcaloïdes.* Note de M. **Oechsner de Coninck**.

« On connaît depuis fort longtemps le fait de la précipitation des alcaloïdes par le tannin en solutions aqueuses; mais, d'une manière générale, les auteurs n'ont étudié ni le mode d'action du tannin sur les alcaloïdes, ni les limites de la précipitation des solutions d'alcaloïdes par les solutions de tannin.

» Voici quelques expériences qui jetteront peut-être quelque lumière sur ces deux questions :

» I. Je pèse $0^{gr},0834$ de tannin pur et sec; je pèse ensuite $4^{gr},610$ de pyridine pure; j'introduis le tannin dans la pyridine; *il ne se produit aucun précipité;* le tannin s'humecte et se dissout peu à peu. La liqueur est placée au-dessus de l'acide sulfurique; elle se concentre en brunissant et, au bout de trois jours, elle abandonne une masse visqueuse, insoluble dans l'eau froide, et formant avec celle-ci une masse emplastique lorsque l'on essaye de l'y délayer avec une baguette de verre.

» J'introduis, dans une solution aqueuse très concentrée de pyridine, un peu de tannin pur; il n'y a pas de précipitation, mais le tannin se prend très vite en une masse visqueuse; même si l'on étend d'eau, il n'y a pas précipitation.

» II. Je pèse $0^{gr},0842$ de tannin pur et sec, que j'introduis dans 4^{gr} de pipéridine pure; *aucun précipité;* sous la cloche, la liqueur brunit rapidement et se concentre

plus vite que dans l'expérience avec la pyridine. Au bout de deux jours, formation d'une masse sirupeuse, brun foncé, très soluble dans l'eau distillée; lorsqu'on reprend par celle-ci, il n'y a pas non plus précipitation.

» Dans une solution aqueuse très concentrée de pipéridine, le tannin sec se dissout simplement, en produisant des réactions colorées.

» III. A 2^{cc} de nicotine pure j'ajoute $0^{gr},0065$ de tannin sec; le tannin tombe au fond et s'humecte peu à peu; *pas d'autre action;* je chauffe très légèrement, le tannin se dissout entièrement. A 1^{cc} de nicotine j'ajoute 1^{cc} d'eau distillée; j'introduis la même quantité de tannin sec; celui-ci se dissout partiellement; il n'y a ni coloration, ni précipité.

» IV. Je pèse des quantités équivalentes à une molécule de tannin et à une molécule de pyridine; je dissous dans la plus petite quantité d'eau possible et je mélange les deux solutions; précipité blanc; je filtre, je mélange le précipité avec de la litharge. Au bout de vingt-quatre heures, j'extrais la pyridine par l'éther, et je la dose sous forme de sel de platine modifié. Le précipité était bien une *combinaison équimoléculaire de tannin et de pyridine.*

» V. Même expérience avec la pipéridine, le tannin et l'eau, mais les produits obtenus sont souillés par des matières colorantes qui empêchent l'analyse. Cependant, tout était entré en combinaison.

» VI. Il résulte de ces expériences que le mélange de deux solutions aqueuses est nécessaire pour qu'il y ait précipitation. Si l'on verse la solution de tannin dans la solution de pyridine, le précipité blanc ne s'altère pas. Répète-t-on l'expérience avec la pipéridine, le précipité noircit immédiatement.

» VII. On peut facilement distinguer la pyridine et la pipéridine avec une solution aqueuse de tannin. On dissout, dans 150^{cc} d'eau distillée, quelques gouttes de chacune de ces deux bases. On laisse tomber quelques gouttes d'une solution de tannin (A), renfermant : eau 20^{cc}, tannin $1^{gr},434$. Avec la pyridine, précipité blanc amorphe, mais pas de coloration; avec la pipéridine, précipité semblable, mais la liqueur devient jaune clair, jaune foncé, puis vire au brun foncé et au brun rouge.

» VIII. Je dissous $0^{gr},0223$ de tannin dans 20^{cc} d'eau distillée (solution B). D'autre part, j'introduis $\frac{1}{10}$ de centimètre cube de pyridine dans 150^{cc} d'eau pure. Puis : 1° j'ajoute peu à peu 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 et 10 dixièmes de centimètre cube de la solution B. Ni précipité ni coloration. 2° Dans cette liqueur j'ajoute 1, 2 et 3 dixièmes de centimètre cube de pyridine. 3° J'ajoute ensuite, en six fois, 150^{cc} d'eau pure, et, chaque fois, je vérifie qu'une goutte de la solution (A) donne un précipité; la septième fois, j'ajoute 90^{cc} d'eau pure, et, comme la solution (A) donne encore un précipité filiforme, je fais une dernière addition de 60^{cc} d'eau distillée; à partir de cette dilution, il n'y a plus de précipité par (A), mais la liqueur devient opalescente. Les précipités formés se redissolvent bientôt, surtout si l'on agite.

» IX. Je répète cette expérience avec la pipéridine, en suivant la même marche et en employant les solutions (B) et (A). Je remarque les différences suivantes : 1° l'addition de la solution (B) produit une coloration jaune; 2° l'addition de 1, 2 et 3 dixièmes de centimètre cube de pipéridine accentue cette coloration; 3° lorsqu'on dilue la liqueur par quantités de 150^{cc} d'eau, il y a bien précipitation par une goutte de (A), mais la précipitation cesse beaucoup plus tôt que pour la pyridine. Pour

celle-ci, en effet, il faut 1200^cc d'eau environ afin d'atteindre cette limite. Pour la pipéridine, au contraire, la limite est atteinte lorsqu'on a ajouté 750^cc d'eau environ [1]. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur l'emploi de la cryoscopie dans l'analyse du lait. Réponse à une Note de M.* Winter. Note de MM. **Bordas** et **Génin**, présentée par M. d'Arsonval.

« Dans une Note du 28 décembre 1896, M. Winter a contesté nos conclusions relatives à l'emploi de la cryoscopie dans l'analyse du lait.

» Sur cinquante laits, dont nous avons observé le point de congélation, nous avions trouvé des abaissements variant de 0,44 à 0,56; mais, comme nous avions pris soin de l'indiquer, trente-trois de ces laits avaient un abaissement de 0,52 à 0,53.

» Ainsi, *au degré d'approximation de nos premières expériences*, les variations sont de 1 pour 100 pour la majeure partie des laits. Les nombres extraits 0,44 et 0,56 s'expliquent par la variation des laits correspondants, ainsi que nous l'a montré leur analyse. D'ailleurs, il s'agit de laits destinés à la vente provenant de vaches dont l'alimentation est dirigée de manière à obtenir une production maximum de lait. Nous rappelons que ces laits proviennent du mélange de la traite entière de plusieurs vaches et qu'ils ont été recueillis dans des conditions indiscutables d'authenticité.

» Si l'on fait des expériences plus précises donnant le *millième de degré*, il faut s'attendre à voir disparaître la constance approximative du point de congélation, car les variations des éléments du lait ont nécessairement une influence sur l'abaissement.

» Nos nouvelles expériences faites au laboratoire de M. Lippmann, avec le concours et les appareils de M. Ponsot, ont porté sur des échantillons de lait provenant, comme les premiers, de la traite entière d'une ou de plusieurs vaches, de façon à obtenir un mélange homogène, tel qu'il doit être livré à la vente.

» Nous avons trouvé les abaissements suivants :

Densité à 15°.	Abaissement.
1031,1	0°,529
1033,3	0,528

---

(1) Ces expériences ont été faites, dans mon laboratoire, à l'Institut de Chimie de la Faculté des Sciences de Montpellier.

Densité à 15°.	Abaissement.
1032,7	0°,524
1032,9	0,523
1032,5	0,521
1032,1	0,520
1032,9	0,518
1033,5	0,517
1028,4	0,513
1029,5	0,513
1032,9	0,512

» Ces chiffres sont bien différents du nombre 0,55 indiqué par M. Winter comme l'axe d'oscillation du point de congélation du lait. Nous considérons nos chiffres comme absolus, toutes corrections ayant été faites, notamment celle de surfusion. Il nous est donc impossible d'admettre la constance absolue du point de congélation du lait.

» Pour calculer le mouillage il y aurait donc une incertitude, assez faible d'ailleurs, sur le point de départ. Mais, en admettant même la constance du point de congélation, il ne serait pas difficile de relever, par l'addition de petites quantités de matières sucrées et salines, le point d'abaissement d'un lait mouillé; dans ce cas on serait ramené aux méthodes ordinaires d'analyse du lait.

» Enfin, on peut remarquer que la méthode de M. Winter ne donne aucun renseignement sur l'écrémage, falsification qui accompagne généralement le mouillage.

» Pour ces raisons, et pour celles que nous avons données dans notre précédente Note, nous croyons devoir maintenir nos conclusions sur l'emploi *exclusif* de la cryoscopie dans l'analyse du lait : ce procédé n'est *ni simple, ni sûr;* il n'a que la valeur d'un moyen de contrôle : par lui-même il est *insuffisant*.

» Ces recherches ont été faites au seul point de vue de l'analyse des laits du commerce ; nous n'avons pas l'intention de méconnaître une priorité qui n'est pas en cause, ni l'intention de discuter des théories de Physique appliquée à la Physiologie. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur les hydrates de carbone restant dans la bière.* Note de M. **P. Petit.**

« Après une conservation de trois mois à basse température, la bière contient environ la moitié de ses extraits à l'état de dextrine, c'est-à-dire de corps non réducteurs et transformés par les acides en sucres réducteurs.

» J'ai isolé une certaine quantité de cette dextrine en opérant sur 30^{lit} de bière, qu'on a d'abord concentrés à 12^{lit} par congélation; on a ensuite traité, par le sous-acétate de plomb, le liquide filtré par l'acide sulfhydrique; on a fait bouillir, concentré, traité par le noir animal, filtré et, après une nouvelle concentration, versé le produit dans un grand excès d'alcool fort. Le précipité, redissous dans un peu d'eau, a été reprécipité par l'alcool absolu, et ces traitements répétés jusqu'à ce que l'alcool ne dissolve plus rien. On a enfin lavé à l'éther anhydre, essoré et séché, dans le vide d'abord, puis à 105°.

» On obtient ainsi une poudre blanche, hygroscopique et brunissant au contact de l'eau; on a vérifié que le produit était rigoureusement insoluble dans l'alcool absolu bouillant.

» La dextrine de la bière contient 3,63 pour 100 de pentoses, dosés d'après la méthode de Gœtze et Pfeiffer, et provenant sans doute du malt, car l'infusion froide aqueuse de celui-ci accuse 1,24 pour 100 de pentoses.

» L'analyse élémentaire donne, pour la dextrine de la bière, $C = 43,8$ pour 100 et $H = 6,26$ pour 100, tandis que la dextrine $C^6H^{10}O^5$ répondrait à $C = 44,4$ et $H = 6,17$. Mais, en admettant que notre produit se compose de 96,87 pour 100 de dextrine et 3,63 de pentose, le calcul conduit à $C = 44,2$, $H = 6,08$, assez concordants avec les nombres trouvés. La composition de la dextrine de la bière, abstraction faite des corps fournissant les pentoses, est donc celle de la dextrine ordinaire $C^6H^{10}O^5$.

» La dextrine de la bière, brute, a comme pouvoir rotatoire $\alpha_D = 149°,6$; comme pouvoir réducteur 13,4 pour 100 en maltose et 6,3 pour 100 en glucose. En la soumettant à l'action de HCl dilué pendant trois heures à 100°, le pouvoir rotatoire devient $+30°,3$, et le pouvoir réducteur 70,6 pour 100 de glucose. Il n'y a donc pas transformation intégrale en glucose, et il se forme, en même temps, des sucres ayant un pouvoir réducteur moindre, et une rotation moins élevée ou négative. Après inversion, on peut d'ailleurs obtenir deux osazones, l'une se déposant à chaud, l'autre à froid, ce qui confirme encore l'existence de sucres autres que le glucose.

» Au point de vue de l'inversion par les acides, la dextrine de la bière se comporte d'une façon tout à fait différente des dextrines ordinaires.

» En effet, en soumettant à l'inversion, par $\frac{1}{20}$ de son volume de HCl : d'une part,

une solution de la dextrine de la bière; d'autre part, d'une dextrine du commerce, on trouve comme pouvoirs rotatoires rapportés aux poids primitifs de substance :

	Dextrine	
	de la bière.	du commerce.
Début	149°,6	154,2
Après 1 demi-heure	146,2	104,4
1 heure un quart	104	54,6
2 heures	56,8	54,6
3 heures	30,8	53,8
6 heures	26	51,6

» Après deux heures, la dextrine du commerce se colore de plus en plus, par destruction de matière, et le même effet commence à se produire après trois heures environ pour la dextrine de la bière.

» On voit donc que, après une heure un quart, la dextrine du commerce est complètement transformée en glucose, tandis que celle de la bière continuait à s'hydroliser et n'atteignait l'équilibre qu'au bout de trois heures environ.

» Le mode d'inversion de la dextrine de la bière se rapproche donc plutôt de celui du mélitriose.

» En soumettant la dextrine de la bière : (A) à l'action de la diastase, une heure à 52°; (B) à celle de la levure seule pendant trois jours, à 27°; enfin (C) à l'action simultanée de la levure et de la diastase pendant trois jours, à 27°, on trouve les variations suivantes comme pouvoir rotatoire, rapporté au poids primitif, et comme pouvoir réducteur en maltose pour 100 :

	Polarisation.	Pouvoir réducteur.
Initiale	149°,6	13,4
Diastase	125,3	18,7
Levure	106,5	10,5
Levure + diastase	32,1	4,7

» Il existe une coïncidence singulière, que l'on ne peut guère attribuer au hasard entre les pouvoirs rotatoires, après fermentation en présence de diastase, et après inversion de trois heures par HCl; d'autre part, la polarisation, après fermentation par la levure seule, répond aussi sensiblement à celle que fournit l'inversion après une heure un quart, temps nécessaire pour transformer la dextrine du commerce en glucose.

» Il semble donc indiqué d'essayer l'action ménagée des acides sur les produits de la saccharification de l'amidon, et cette étude est en cours d'exécution ([1]). »

([1]) Travail fait à l'École de Brasserie de Nancy.

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur l'oxydation et la casse des vins.* Note de M. V. MARTINAND.

« Dans deux précédentes Notes ([1]), j'ai montré que l'oxydation du moût et du vin se fait par l'intermédiaire d'une diastase oxydante que l'on rencontre dans les raisins, le moût de vin, le vin nouveau, le vin vieux et le vin tourné ; qu'une addition d'acide retarde cette action, tandis que les alcalis l'accélèrent.

» J'ai constaté, par des essais faits sur un grand nombre de vins, que ces phénomènes d'oxydation peuvent se produire en l'absence de cette diastase, dans des conditions particulières d'acidité du vin : du vin acide au tournesol, mais neutre à l'héliantine (orangé Poirier n° 3), mis à l'étuve à 25°, température plus favorable à une oxydation rapide que celle de 15°, donne rapidement toutes les réactions des vins vieux ou altérés par une oxydation trop énergique. Les vins blancs donnent un dépôt plus ou moins abondant, en même temps qu'ils jaunissent; quelquefois, ils virent au jaune plus ou moins noir ou vert; les vins rouges jaunissent aussi et déposent; certains se cassent complètement.

» Une addition de diastase oxydante, de laccase de M. G. Bertrand, accélère ces réactions sans les accentuer d'une façon sensible.

» Un autre changement s'est aussi opéré dans la composition du vin. Si, avant de lui faire subir cette oxydation, il a été agité avec de l'éther, il cède à ce liquide une substance ayant les propriétés des tannins : coloration vert olive ou jaune brun par le perchlorure de fer, rose par les alcalis; précipité blanc par l'albumine et non par la gélatine. Après oxydation, ce corps ne se retrouve pas dans la plupart des vins, et dans quelques-uns il n'est qu'en très petite quantité.

» Du vin, préalablement lavé à l'éther, neutre à l'héliantine, n'est plus modifié par l'oxydation à l'étuve.

» Des vins rouges cassés naturellement, neutres à l'héliantine, dans lesquels je n'ai pas rencontré de diastase oxydante, lavés à l'éther et oxydés, se conservent sans que leur altération se continue.

» Ces phénomènes, qu'ils soient limités à l'oxydation naturelle du vin ou qu'ils produisent la maladie dite de la *casse* ou de la *tourne* du vin,

---

([1]) *Comptes rendus*, 24 juin 1895 et 7 octobre 1895.

peuvent donc n'être dus qu'à cette substance soluble dans l'éther, s'ils sont neutres à l'héliantine. C'est, dans ce cas, par son intermédiaire que les éléments oxydables du vin s'oxydent; oxydation qui varie avec la quantité de cette substance contenue dans le vin : elle s'arrête sans produire de grandes modifications dans la couleur et dans le goût, ou au contraire elle donne des réactions qui entraînent la destruction complète du vin. »

MINÉRALOGIE. — *Étude minéralogique de l'action de fumerolles volcaniques sulfurées sur la serpentine*. Note de M. **A. Lacroix**, présentée par M. Fouqué.

« Le ravin de Susaki, près Kalamaki, situé à quelques kilomètres de l'entrée orientale du canal de Corinthe, m'a fourni l'occasion d'étudier l'action de fumerolles volcaniques sulfurées sur la serpentine. Ces fumerolles paraissent en rapport d'origine avec des pointements trachytiques voisins. Ce ravin est creusé dans des assises néogènes (pliocènes) recouvrant un massif de serpentine; au contact de cette dernière et des marnes et des conglomérats calcaires pliocènes, se trouve une petite solfatare en activité, dans laquelle des tentatives infructueuses d'exploitation du soufre ont été faites autrefois. Les gaz rejetés sont constitués par de la vapeur d'eau, de l'hydrogène sulfuré et de l'acide carbonique (M. Fouqué). De nombreuses fissures sillonnant les parois de l'entrée du ravin ont permis aux gaz de circuler en dehors de la soufrière, à la fois dans les assises sédimentaires et dans la serpentine. La transformation des calcaires en gypse ayant été signalée déjà par plusieurs géologues, je ne m'occuperai ici que des modifications subies par la serpentine (¹).

» La serpentine recueillie au fond du ravin de Susaki est une roche verte, très fissurée, possédant la structure microscopique maillée des serpentines provenant de la décomposition des péridotites très riches en olivine; elle ne renferme généralement plus, à l'état intact, d'autre élément primordial que la picotite; elle est traversée par des filonnets d'*opale*, de *giobertite* compacte, pouvant atteindre plus de $0^m,1$ d'épaisseur. Enfin, elle contient par places des nodules fragiles d'*écume de mer* (magnésite), en-

(¹) La partie du ravin intéressante à ce point de vue se trouve non pas à l'orifice de la solfatare, où les produits de l'altération des calcaires et marnes calcaires dominent, mais à environ 200^m en amont de celle-ci, sur la rive droite du ruisseau.

globant souvent des cristaux d'aragonite qui sont le produit d'infiltrations venant des assises calcaires recouvrant la serpentine.

» Quand on se rapproche de la solfatare, on voit dans les anfractuosités de la serpentine, en rapport avec des fissures profondes, des enduits d'un minéral blanc soyeux qui s'accumule par places en fibres asbestiformes de plusieurs centimètres, ou en croûtes fibreuses teintées de vert clair. Ce minéral s'efflorissant à l'air sec est de l'*epsomite* ($MgSO^4 + 7H^2O$).

» Au voisinage des fumerolles, la serpentine présente des altérations plus intenses, elle devient généralement noire et se couvre de croûtes cristallines dont il sera question plus loin. La roche, une fois lavée, se montre constituée par de l'opale ou du quartz imprégnés de *marcasite* concrétionnée qui se présente parfois en masses mamelonnées; la roche est en outre souvent mélangée de soufre cristallisé. Il est facile au microscope de suivre la décomposition de la serpentine, ses produits cristallisés disparaissent progressivement et sont remplacés par de l'opale qui conserve tous les détails de leur structure originelle : souvent, il se produit, par voie de concrétion du quartz, de la calcédoine qui peuvent remplacer complètement l'opale et fournir alors des sortes de quartzites très durs, renfermant encore çà et là des grains de picotite.

» Les transformations qui viennent d'être décrites résultent directement de l'action des gaz acides sur la serpentine. La décomposition de la marcasite sous l'influence de la vapeur d'eau acide et du ruissellement superficiel donne naissance à toute une série de produits secondaires; ceux-ci sont mélangés généralement à du gypse, provenant en grande partie de la dissolution des couches calcaires gypsifiées qui recouvrent la serpentine; la quantité de chaux contenue dans cette dernière est en effet trop faible pour expliquer la grande quantité de gypse qui imprègne les produits des décompositions. La marcasite s'oxyde tout d'abord en produisant de la *mélantérite* ($FeSO^4 + 7H^2O$), généralement magnésienne par suite de l'imprégnation de la roche par l'epsomite signalée plus haut. Une partie au moins des cristaux de soufre tapissant les fentes de la roche pyriteuse altérée sont dus à la décomposition de la marcasite. Au lieu de se présenter en octaèdres $b^{\frac{1}{2}}$ (111) cristallitiques et enfilés suivant leur axe vertical, comme ceux que l'on rencontre d'ordinaire dans les solfatares, ils sont globuleux, riches en faces $p(001)$, $m(110)$, $g^1(010)$ $a^1(101)$ $e^3(013)$, $e^1(011)$, $b^{\frac{3}{2}}(113)$, $b^{\frac{1}{2}}(111)$, etc. et rappellent ceux qui se produisent par décomposition des sulfures métalliques. Sous l'influence de l'humidité superficielle, la mélan-

térite s'oxyde, devient jaune citron par suite de la formation de *copiapite*, puis ces deux sels se dissolvent et arrivent en contact avec des blocs calcaires éboulés du conglomérat calcaire supérieur; il se produit alors une double décomposition, donnant naissance à des cristaux de *gypse* et à un sulfate basique de sesquioxyde de fer, jaune d'ocre, pulvérulent ou compact, analogue à la *pastréite* et à l'*apatélite*; comme ces minéraux, il est très biréfringent, rhomboédrique et optiquement négatif.

» Contrairement aux précédentes, ces transformations secondaires n'ont plus rien de spécial au gisement qui nous occupe; elles se produisent dans beaucoup d'autres gisements, géologiquement très différents, où des pyrites s'oxydent en présence de calcaires ou de marnes calcaires; on en trouve notamment de magnifiques exemples dans l'argile plastique [1] des environs de Paris (Issy, Auteuil) où, depuis longtemps, un sulfate basique de sesquioxyde de fer (apatélite) a été signalé en association avec des cristaux de gypse.

» Quand, dans le ravin de Susaki, on s'éloigne de la région pyritisée en voie de formation et d'altération, on trouve une large zone de roches généralement blanches, qui est exclusivement constituée par les produits siliceux décrits plus haut qui ont été débarrassés par lavage et oxydation de tous les minéraux solubles ou décomposables. Ces produits siliceux sont fissurés et poreux, ils sont généralement imprégnés par du gypse amené par les eaux superficielles.

» En résumé, toutes les modifications de la serpentine effectuées directement par les fumerolles ont pour origine première une attaque de cette roche par la vapeur d'eau chargée d'acide sulfurique résultant de l'oxydation de l'hydrogène sulfuré. Il se produit l'élimination de la magnésie sous forme de sulfate soluble (*epsomite*); l'élimination du fer sous forme de sulfate (*mélantérite*), en partie réduit en sulfure (*marcasite*), celui-ci bientôt à son tour s'oxyde et disparaît à l'état de sulfates. Les phénomènes se compliquent de réactions secondaires dues à ces sulfates de fer agissant sur le calcaire et à des imprégnations gypseuses. Le résidu final est exclusivement

---

[1] L'attaque de l'argile plastique par les produits acides de la décomposition de la pyrite donne en outre naissance à de la *webstérite* ($Al^2SO^6 + 9H^2O$) qui se présente parfois en nodules constitués par des *sphérolites* fibreux de la grosseur d'un grain de millet, qui ont été inexactement décrits comme le produit d'une formation *oolithique*, alors que, sans aucun doute, ils se sont produits par décomposition sur place de l'argile, postérieurement au dépôt de celle-ci.

formé par de la silice hydratée (opale) ou anhydre (quartz, calcédoine).

» Il n'est pas sans intérêt de voir la serpentine, roche essentiellement magnésienne et ferrugineuse, fournir comme résultat *ultime* de sa décomposition sous l'influence de fumerolles volcaniques les mêmes produits siliceux que les rhyolithes et les trachytes qui possèdent une composition si différente. La composition originelle de la serpentine explique l'absence des sulfates alumineux et alcalins (*aluns, halotrichite, alunogène, alunite*) qui abondent dans les autres solfatares grecques observées dans les roches volcaniques elles-mêmes. »

GÉOLOGIE. — *Sur la constitution géologique des massifs de la haute Bléone et du haut Var*. Note de M. **Kilian**, présentée par M. Marcel Bertrand.

« Les explorations que j'ai faites cette année, pour le compte du Service de la Carte géologique détaillée de la France, m'ont permis de terminer l'étude d'une région montagneuse peu connue des touristes et encore moins des géologues (les principaux sommets dépassent 3000^m : mont Pelat, 3050^m ; Cimet, 3022^m) ; il s'agit des massifs compris entre les sources de la Bléone (Basses-Alpes) et celles du Var. Cette région appartient au bassin du haut Verdon.

» A. Stratigraphie. — Les terrains *jurassiques* et *crétacé inférieur* ont leur type vaseux, à *Céphalopodes ;* les dépôts néocomiens sont particulièrement uniformes dans les environs d'Allos et de Colmars, où les divers étages ne peuvent être distingués, du *Valanginien* à l'*Aptien*, que par la présence de rares *Céphalopodes* (¹). Le *Crétacé moyen* est difficile à distinguer des *Marnes aptiennes* noires et schisteuses, auxquelles le relie une grande continuité dans la sédimentation ; vers le bas, on trouve *Schlœnbachia inflata ;* vers le haut apparaissent des bancs calcaires et des fossiles *cénomaniens* (*Lampadocorys Gauthieri* Lamb., près de Mariaud).

» Le *Crétacé supérieur*, très monotone et très puissant, se compose de calcaires gris clair en dalles, à *Inocer. Cripsi, Mortoniceras texanum, Echinocorys sp.*

Les dépôts *nummulitiques* présentent, dans l'ouest de la région, le type de Barrême avec ses subdivisions ; ils sont limités au *Priabonien* et se montrent particulièrement fossilifères près de Peyresq, où ils m'ont fourni de bonnes coupes détaillées, que je me propose de faire connaître ultérieurement.

(¹) A côté de *Perisph. rota* Waag, de l'Oxfordien de Bouchier, *Holcost. Astieri* et *Hapl. Grasi* du Valanginien d'Allos, *Crioc. Duvali* de l'Hauterivien (Chanolles), *Crioceras hammatoptychum* Uhl. et *Duvalia Grasi* Rasp. du Barrémien d'Allos, *Ancyl. Matheroni* et *Bel. semicanaliculatus* de l'Aptien d'Allos, etc.

» Vers l'est et le nord, on observe de notables modifications : à l'est (lac d'Allos) un *conglomérat à galets de roches éruptives* et petites *nummulites* en forme localement la base.

» Au nord, on voit le *Nummulitique* se transformer, peu à peu, en une puissante formation de *calcaires marneux* alternant avec des *schistes noirs* et quelques bancs de *grès siliceux :* les *Nummulites* y deviennent rares et sont remplacées par des empreintes connues sous le nom d'*Helminthoidea*. C'est le *Flysch marno-calcaire,* tel qu'il existe dans l'Embrunais et en Maurienne. L'*Oligocène* est représenté dans une grande partie de la région par les *grès d'Annot,* souvent véritables *poudingues* (Allos), mais on voit nettement, près de Colmars, ces grès passer à des assises *gréso-argileuses,* d'une teinte brune, qui ne sont autres que le *Flysch gréseux* de l'Embrunais.

» Il me paraît démontré, par ces faits, que les puissantes masses de *Flysch* (*Flysch calcaire* et *Flysch gréseux*) de l'Embrunais, du Dauphiné et de la Savoie, correspondent à la fois au *Nummulitique supérieur* et aux *grès d'Annot,* dont elles représentent une modification latérale.

» Les dépôts *glaciaires* très nets, non encore signalés dans cette partie des Alpes, existent dans la vallée du Verdon, près de Colmars.

» Aux environs de Thorame Haute, des *alluvions anciennes* forment, à environ 30^m au-dessus du lit du Verdon, une nappe s'étendant du côté de l'ouest et montrant que l'écoulement de cette rivière devait se faire antérieurement par la dépression de Thorame Basse-Châteaugarnier, actuellement délaissée et obstruée par les *éboulis*.

» B. Tectonique. — Limitée au nord par la région de l'Ubaye, dont M. Haug et moi nous étudions les massifs de recouvrement; à l'est par le bassin du haut Var récemment décrit par M. Léon Bertrand; au sud-ouest par les massifs explorés par M. Zürcher, la portion des Basses-Alpes dont nous parlons ici présente une structure fort intéressante. Elle appartient à une zone extérieure à celle dans laquelle s'ouvrent les massifs centraux (faisceaux de plis surélevés) du Mercantour et du Pelvoux. Ses caractères tectoniques peuvent être résumés comme suit :

» *a*. La région est limitée à l'ouest par une crête continue de *calcaires jurassiques supérieurs* à l'est de laquelle les terrains qui affleurent sont (sauf le petit dôme très localisé de Bouchier au nord-est d'Allos) plus récents que le *Malm;* nous avons donc affaire à une *aire synclinale*. (La contrée située au nord-ouest, celle où les *terrains éogènes* sont surtout représentés par la *mollasse rouge* de M. Haug, serait par contre une *aire anticlinale*.)

» *b*. La crête susdite présente cependant quelques ondulations (l'Emmérée, Blégiers) qui marquent le passage d'anticlinaux venant du nord-est et pénétrant, avec abaissement de leur axe, dans la partie sud-ouest de notre champ d'études, où ils se manifestent par des plis du *Crétacé supérieur* (montagne des Boules, col du Talon, près le Cheval-Blanc), situés

tous à l'est de l'accident col de la Cine-Hyèges, décrit par M. Zürcher sous le nom de *Pli du Cheval-Blanc*.

» La région si disloquée de Castellane appartient donc presque tout entière à une zone des Alpes plus externe que celle que nous étudions ici. Il en est de même des montagnes étudiées par M. Haug entre Gap et Digne (zone du Gapençais).

» Toute cette partie des Basses-Alpes constitue un exemple très net de structure isoclinale. Les plis nord-ouest-sud-est y sont déversés vers la France, à pendage est; c'est surtout dans la portion orientale, où ils affectent les *terrains tertiaires*, qu'ils se multiplient, se pressent les uns contre les autres (Lavercq, Trois-Évêchés, Caduc, Colmars) et s'empilent parfois d'une façon remarquable, formant là un véritable faisceau, sorte d'*amygdaloïde isoclinal;* quelques-uns d'entre eux seulement (mont Pelat) se continuent au nord et vont passer sous les masses de recouvrement des Siolanes et du Morgon dans l'Ubaye; les plus occidentaux d'entre eux se poursuivent au sud vers Allons et Annot.

» Au milieu de cette région à structure isoclinale, l'érosion a mis à nu plusieurs bombements ou *dômes* isolés (ravin de Bouchier, Clignon) d'allure très tranquille. Le *Crétacé supérieur* y est réduit ou complètement enlevé par l'érosion et les assises *néocomiennes* (et même *oxfordiennes*, près de Bouchier) s'y montrent ployées en dômes très surbaissés, à contours elliptiques, alors que les couches *tertiaires* qui les surmontent, offrent la structure isoclinale la mieux caractérisée. L'un de ces dômes, celui de Clignon, Col-des-Champs, se trouve sur le prolongement de l'éperon du dôme de Barrot (Alpes-Maritimes) si bien décrit par M. Léon Bertrand.

» Les caractères cités plus haut rendent évidente *l'antériorité des dômes* et des aires synclinales par rapport au plissement isoclinal, antériorité sur laquelle j'ai déjà appelé l'attention (*Comptes rendus de la Société géologique de France,* 24 février 1896) à propos des travaux de M. Zürcher et qui a été confirmée depuis par les publications récentes de MM. P. Lory et Léon Bertrand.

» La phase de bossellement en dômes semble donc, dans les Alpes, n'être, comme je le disais alors, qu'un *stade de l'évolution tectonique* de la chaîne, stade antérieur au plissement isoclinal, mais dont les traces, dans certaines régions, sont restées nettement reconnaissables.

» Il est utile de faire remarquer que le faciès des diverses assises décrites ici diffère totalement de celui des couches qui constituent les masses de recouvrement, pourtant si rapprochées, de l'Ubaye. »

GÉOLOGIE. — *Parallélisme entre le Crétacique du Mondégo et celui de Lisbonne. Le Garumnien en Portugal.* Note de M. **Paul Choffat**, présentée par M. Albert Gaudry.

« Les environs de Lisbonne montrent une série presque continue de couches marines depuis le Jurassique supérieur jusqu'au Turonien. Ce n'est qu'au-dessus de l'Urgonien ou de l'Aptien qu'il peut y avoir une lacune; puis, commence une alternance de couches à Ostracées et de bancs de Rudistes (*Polyconites, Ichthyosarcolithes*), massif marno-calcaire arénacé, dont la base, qui contient *Schlœnbachia inflata* et *Placenticeras Uhligi*, peut représenter soit l'Albien supérieur, soit le Cénomanien inférieur, tandis qu'aux $\frac{2}{3}$ de la hauteur *Turrilites costatus* est incontestablement cénomanien. Nous avons désigné ce massif du nom de *Bellasien*.

» Au massif marneux succède un massif de calcaires blancs, dont l'assise inférieure est caractérisée par *Neolobites Vibrayanus* et quelques rares *Acanthoceras* du groupe d'*A. Rotomagense;* la partie supérieure est formée par un massif de Rudistes : *Sauvagesia Sharpei* et *Caprinula* auxquels se joignent quelques *Biradiolites* très voisins de *B. cornu-pastoris*.

» Nous avons appliqué la désignation de *Rotomagien* à l'assise inférieure et celle de *Carentonien* au massif de Rudistes; ces désignations ne peuvent pas être maintenues, puisqu'il est actuellement reconnu qu'elles ont été établies pour deux faciès contemporains.

» En se dirigeant vers le nord on voit le groupe néocomien n'être représenté que par des grès à faune saumâtre et à flore terrestre, puis disparaître complètement, tandis que l'ensablement envahit de plus en plus le Bellasien et finit par l'englober complètement.

» A l'embouchure du Mondégo, il ne reste qu'une dizaine de mètres de strates marines; plus au nord, le sable envahit tout l'étage et repose sur le Lias et même sur le Trias. Ce n'est que l'envahissement transgressif de la mer à *Neolobites Vibrayanus* qui mit fin à cet ensablement.

» Cette assise se présente depuis le Tage jusqu'aux environs d'Aveiro, c'est-à-dire partout où elle existe avec des caractères à peu près identiques. Nous noterons seulement au sud de la ligne de partage des faciès (Ourem-Leiria) la présence de nombreux *Alveolina cretacea* et d'*Acanthoceras* du groupe d'*A. rotomagense,* tandis qu'au nord de cette ligne

la première espèce fait défaut et la deuxième est remplacée par *Ac. naviculare*. Cette assise nous fournit donc un excellent point de repère pour le parallélisme des strates soit inférieures, soit supérieures. Nous ne nous occuperons ici que de ces dernières.

» Dans les affleurements, immédiatement au sud de la limite entre les deux faciès, les couches B, C, D, E sont identiques à ce qu'elles sont dans le bassin du Mondégo, sauf que la couche E ne contient pas de *Mammites*. Elle en contient par contre à quelques kilomètres au nord de cette ligne.

» Les couches F à L sont remplacées par les bancs à *Sauvagesia Sharpei*, surmontés par des bancs à *Acteonella lævis, A. gigantea* et *Biradiolites*, correspondant à M, N, O.

» Au-dessus se trouvent des strates ne paraissant pas avoir de représentants dans la coupe de l'embouchure du Mondégo. C'est une alternance de sables, de marnes à *Tylostomes* et à *Sphærulites Perroni*, avec un lit à faune mal conservée, à faciès saumâtre.

» Dans les environs de Lisbonne, nous n'avons pas trouvé le banc à *Anorthopygus*; la limite inférieure du Turonien n'est donc pas aussi nettement distincte, mais les bancs à *Sauvagesia Sharpei* sont surmontés comme à Leiria par un niveau où les *Biradiolites* sont plus abondants, puis par la faune que nous avons reconnue supérieure aux couches M, N, O. Plus haut encore se trouve un banc (C. 16 de la coupe publiée en 1885) ayant une certaine analogie avec les couches les plus supérieures de Leiria.

» Il ressort de là que les bancs à *Sauvagesia Sharpei* de Lisbonne sont parallèles aux couches crayeuses à *Ammonites* turoniennes de la vallée du Mondégo.

» La région située au nord du Mondégo montre aussi des strates crétaciques plus récentes que les couches à *Acteonella lævis* (Angoumien?).

» La plaine marécageuse de Mira laisse voir sur quelques mètres d'étendue un sous-sol formé par une molasse contenant une faune marine évidemment plus récente que celle de tous les autres gisements. Nous y avons récolté une énorme quantité de *Lamellibranches*, en grande partie identiques à la faune de Gosau, des *Gastropodes* moins nombreux, des *Polypiers* assez fréquents, quelques *Oursins* appartenant à un genre nouveau, de nombreux exemplaires de *Meandrinella Larrazeti* (détermination Schlumberger) et quelques *Ammonites* appartenant à deux formes, dont l'une paraît se rapporter à *Hoplites Vari*.

» Les deux espèces précitées sont mentionnées par M. Larrazet dans le Santonien de Burgos, mais la dernière est généralement considérée comme campanienne.

» Il nous reste à parler d'un massif puissant de sables et de graviers passant à des grès, avec intercalations d'argiles et de marnes en partie rutilantes, qui nous ont fourni des Vertébrés, des Mollusques d'estuaires et des végétaux terrestres.

» M. de Saporta est mort avant de terminer l'étude de cette belle *flore*, qui présente des caractères intermédiaires entre le Crétacique et l'Éocène. Les *Vertébrés* font le sujet d'un Mémoire de M. le Dr Sauvage, actuellement sous presse; ils contiennent des formes du Garumnien de Provence et d'autres à caractère plus récent. Les *Mollusques* contiennent des espèces marines : *Glauconia, Turritella, Ostrea,* et des espèces saumâtres : *Pyrgulifera, Cyrena,* analogues, sinon identiques, à des espèces du Garumnien.

» Ces documents montrent que l'on a affaire à la partie supérieure du Crétacique, mais ils ne suffisent pas pour en fixer l'âge. Les données stratigraphiques permettent seulement de dire que ces strates sont supérieures au Turonien. Comme il est probable que la molasse de Mira ne s'est déposée que localement, le massif fluvio-marin peut représenter à Mira le Sénonien supérieur et le Danien, et avoir commencé un peu plus tôt à l'ouest de cette localité.

» Enfin, à l'est de l'aire mésozoïque se trouvent des dépôts arénifères reposant sur le Paléozoïque; ils ont fourni une flore analogue à celle du complexe fluvio-marin précité. »

M. le Dr **Danion** écrit pour rappeler les publications faites par lui, dès 1887, sur le « Traitement des affections articulaires par l'électricité ».

Il insiste en particulier sur ce point, qu'il avait conclu, dès cette époque, et bien avant les Communications faites par M. d'Arsonval, à l'action salutaire de l'électricité sur les affections dites « par ralentissement de nutrition » et qu'il faisait dériver d'une « ménutrition », expression plus juste selon lui. Parmi ces affections, il citait le rhumatisme et la goutte, et collatéralement le diabète et l'obésité.

M. **Delauney** adresse une nouvelle Note relative aux relations numériques qu'il a obtenues entre les masses des planètes.

M. G. Bellini adresse un Mémoire, écrit en italien et intitulé : « Cosmo subsolare ».

M. L. Roze adresse une Note « Sur la formation de la foudre et le bruit de l'explosion par la décharge électrique ».

La séance est levée à 4 heures et demie. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 15 février 1897.

Catalogue de l'Observatoire de Paris. Positions observées des étoiles, 1837-1881. *Étoiles observées aux instruments méridiens, de* 1837 à 1881. Tome III. Paris, Gauthier-Villars et fils ; 2 vol. in-4°. (Présenté par M. Lœwy.)

Le Diatomiste, journal spécial s'occupant exclusivement de Diatomées et de tout ce qui s'y rattache, par M. J. Tempère. Volumes I et II. Tours, Paul Bousrez ; 2 vol. in-4°. (Hommage de l'auteur.)

Revue maritime, couronnée par l'Académie des Sciences. Tome CXXXI. Décembre 1896. Paris, L. Baudoin ; 1 vol. in-8°.

Bulletin de l'Académie de Médecine, publié par M. J. Bergeron, Secrétaire perpétuel, et M. Cadet de Gassicourt, Secrétaire annuel. Séance du 9 février 1897. Paris, Masson et Cie ; in-8°.

La Nature. Revue des Sciences et de leurs applications aux Arts et à l'Industrie. Directeur : Henri de Parville. Paris, Masson et Cie. 1 fasc. gr. in-8°.

M. Louis Pasteur, nastinil, Antonin Belohoubek. Prague, 1 vol. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Caverne e brecce ossifere dei dintorni del golfo di Spezia. Memoria del Prof. Giovanni Capellini, letta alla R. Academia delle Scienze dell'Istituto di Bologna. Bologna, 1896, in-4°. (Hommage de l'auteur.)

Journal of the Academy of natural Sciences of Philadelphia. Second series, vol. X, part. 4. Philadelphia, 1896, 1 vol. in-f°.

Resultados del observatorio nacional Argentino en Cordoba, durante la

direccion del D[r] Benjamin A. Gould. Revisados y publicados por del director JUAN N. THOME. Buenos-Aires, 1896. 1 vol. in-4°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 22 FÉVRIER 1897.

Archives d'Anatomie microscopique, publiées par E.-G. BALBIANI, Professeur d'Embryogénie comparée au Collège de France, et L. RANVIER, Professeur d'Anatomie générale au Collège de France. Tome I. Fascicule I. Paris, Masson et C[ie], 1897; 1 vol. gr. in-8°. (Présenté par M. Ranvier.)

Revue de Mécanique, publiée sous le patronage et la direction technique d'un Comité de rédaction : M. HATON DE LA GOUPILLIÈRE, Membre de l'Institut, Inspecteur général des Mines, Président. Paris, P. Vicq-Dunod et C[ie], 1897; Tome I. N° 1. 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Haton de la Goupillière.)

Traité d'analyse des matières agricoles, par M. L. GRANDEAU, Directeur de la station agronomique de l'Est, etc. Paris, Berger-Levrault et C[ie], 1897; 2 vol. in-12. (Présentés par M. Schlœsing.)

Annales de l'observatoire de Bordeaux, publiées par G. RAYET, Directeur de l'observatoire. Tome VI. Paris, Gauthier-Villars et fils. Bordeaux, Féret et fils. 1 vol. in-4°.

Recueil des procédés de dosage pour l'analyse des combustibles, des minerais de fer, des fontes, des aciers et des fers, par G. ARTH, Professeur de Chimie industrielle à la Faculté des Sciences de Nancy. Paris, G. Carré et C. Naud, 1897; 1 vol. in-8°.

Rayons cathodiques et rayons X, par J.-L. BRETON. (Extrait de la *Revue scientifique et industrielle de l'année*). Année 1896. Paris, E. Bernard et C[ie], 1897; 1 vol. in-4°.

Bulletin de la Société zoologique de France pour l'année 1896. Tome XXI. Lille, Le Bigot frères, 1896; 1 vol. in-8°.

Bulletin de l'Académie de Médecine, publié par MM. J. BERGERON, Secrétaire perpétuel, CADET DE GASSICOURT, Secrétaire annuel. Séance du 16 février 1897. Paris, Masson et C[ie], 1 fasc. in-8°.

Flora brasiliensis, enumeratio plantarum in Brasilia. Vol. VIII. Pars I. Monachii, 1857-1864. Lipsiæ, apud Fred. Fleischer in comm. 1 vol. in-f°. (Présenté par M. Guignard.)

Transactions of the Royal Society of Edinburgh. Vol. XXXVIII. Part 4.

(N° 22). *Observations on the phonograph*, by JOHN G. M'KENDRISCK, M. D. Edinburgh, R. Grant and son, 1896. 1 fasc. in-4°. (Offert par l'auteur.)

ERRATA.

(Tome CXXIV, Séance du 22 février 1897.)

Note de M. *Christian Bohr*, Absorption de l'azote et de l'hydrogène par le sang :

Page 414, ligne 16,

Au lieu de : $710 + \frac{79}{100} + 0,0122 = 0^{cc},7,$

lisez : $\frac{710}{760} \times 79 \times 0,0122 = 0^{cc},9.$

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 15 MARS 1897,

PRÉSIDENCE DE M. A. CHATIN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts** adresse une ampliation du Décret par lequel le Président de la République approuve l'élection de M. *G. Bonnier* dans la Section de Botanique, en remplacement de feu M. *Trécul*.

Il est donné lecture de ce Décret.

M. le Président invite M. **Bonnier** à prendre place parmi ses Confrères.

CHIMIE. — *Nouvel appareil pour l'application de l'analyse spectrale à la reconnaissance des gaz;* par M. **Berthelot**.

« On sait quels services la Spectroscopie rend aujourd'hui à l'analyse chimique. Cependant, son application courante à la reconnaissance des

gaz offre quelques difficultés. En effet, c'est surtout à l'aide de tubes à gaz raréfiés, dits *tubes de Plucker,* d'une disposition spéciale, que l'on a coutume de procéder. Les résultats ainsi obtenus sont susceptibles d'une très grande précision; mais la construction des tubes exige des manipulations longues et compliquées, qui ne répondent pas aux conditions expéditives d'une analyse courante.

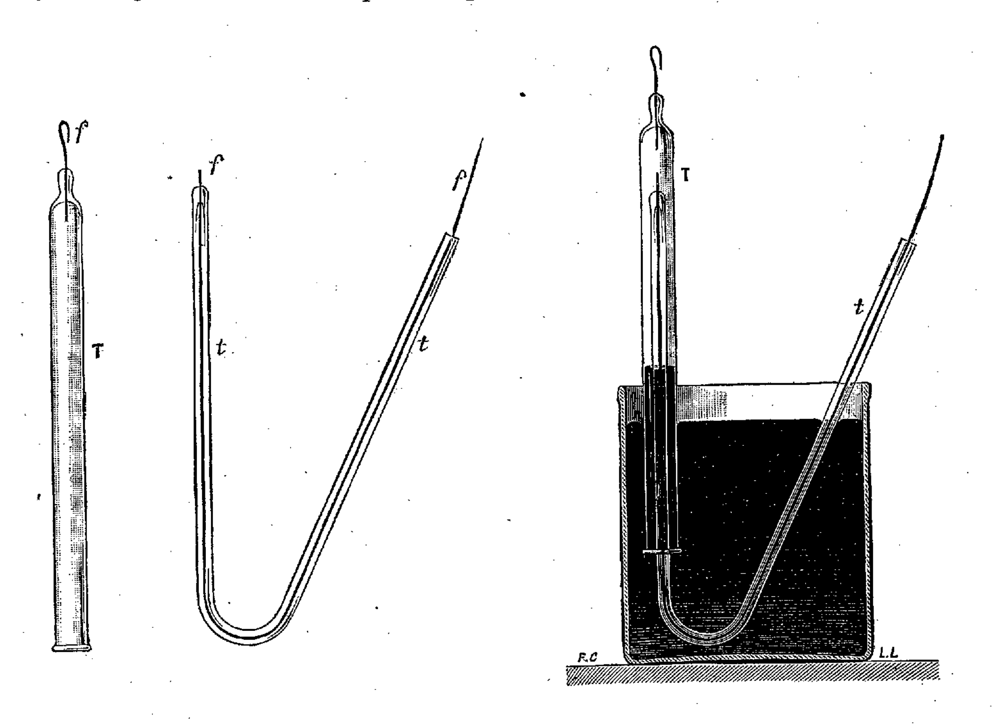
» On peut recourir à une variante de ces tubes, dans un appareil que je mets en œuvre dans mes cours du Collège de France depuis bien des années : il consiste dans un tube barométrique, long de $0^m,80$ environ, surmonté d'une petite chambre verticale, à double capacité, avec un étranglement capillaire, disposé entre deux robinets de verre, l'un inférieur, l'autre supérieur. La longueur totale du système est d'un mètre. On l'immerge complètement dans une cuve à mercure, cylindrique et profonde, de façon à le remplir de mercure de bas en haut ; puis on referme le robinet supérieur et on soulève le tube, en réalisant ainsi le vide barométrique dans la chambre supérieure et au-dessous. Il est facile de faire arriver en bas une seule bulle du gaz que l'on se propose d'examiner, par l'extrémité ouverte du tube barométrique (rempli de mercure). La bulle monte, en se dilatant, jusque dans la chambre barométrique, dont elle remplit la double capacité, ainsi que l'étranglement capillaire qui les sépare. Un fil de platine étant soudé à l'avance dans chacune de ces deux capacités, on peut faire passer un courant électrique à travers le gaz raréfié. On dirige un spectroscope sur l'étranglement capillaire et l'on observe les raies et bandes, à la façon ordinaire.

» Un appareil ainsi disposé n'exige pas que l'opérateur construise un tube spécial pour chaque gaz et qu'il y fasse pénétrer le gaz raréfié, en y faisant le vide. Mais l'appareil est fragile et il exige une cuve profonde, d'excellents robinets et beaucoup d'adresse des expérimentateurs.

» C'est ainsi que j'ai été amené à le simplifier, à l'aide des dispositions suivantes, qui permettent d'opérer sur une cuve à mercure ordinaire de petites dimensions, et avec quelques centimètres de gaz, maintenus à la pression atmosphérique.

» Les figures ci-jointes représentent les dispositions adoptées. Le tube à gaz (T) est un simple tube de verre, pourvu à sa partie supérieure d'un fil de platine (f) soudé. La longueur du tube est de $0^m,10$ à $0^m,12$; son diamètre intérieur peut varier de 7^{mm} à 15^{mm}, suivant que l'on opère sur un volume plus ou moins grand. Dans ce tube pénètre un autre tube (tt), capillaire, disposé en forme de siphon renversé, et contenant un long fil de

platine (f), dont l'une des extrémités est soudée à l'un des bouts du tube capillaire. Un bouchon de liège (non figuré) réunit le tube capillaire au tube enveloppant et permet de faire glisser à volonté le tube intérieur, de façon à régler la distance explosive que doit traverser l'étincelle électrique



entre les deux pointes de platine. Le bouchon lui-même est d'ailleurs pourvu, soit d'une rainure latérale, soit d'un petit bout de tube capillaire, librement ouvert aux deux bouts, de façon à amortir l'effet des chocs électriques et des variations brusques de pression qui en résultent, entre l'intérieur du large tube et la cuve à mercure.

» Voici comment on met en œuvre l'appareil qui précède. On remplit de mercure le large tube; on y fait arriver quelques centimètres cubes (ou dixièmes de centimètre cube) du gaz à étudier; puis on introduit le tube capillaire, muni de son bouchon, et l'on transporte le tout, s'il y a lieu, sur une petite cuve à mercure de porcelaine; telle que celles que j'ai coutume d'employer pour les expériences faites avec le concours de l'effluve. Le tube est fixé devant un spectroscope. On met alors la partie extérieure des deux fils de platine en communication avec une bobine d'induction, de façon à y faire passer une série d'étincelles. Les raies et bandes caracté-

ristiques du gaz apparaissent aussitôt. Pour les apercevoir dans toute leur netteté, il convient de :

» 1° Régler la distance explosive des deux pointes de platine intérieures : ce qui se réalise aisément en faisant glisser plus ou moins le tube capillaire, à frottement, dans son bouchon ;

» 2° Régler l'intensité des étincelles de la bobine, en employant, ou en supprimant une bouteille de Leyde extérieure, et en faisant varier la période de l'interrupteur, ainsi que l'intensité du courant de charge. En un mot, par des artifices bien connus et des tâtonnements faciles à réaliser d'une façon extemporanée, on réussit ainsi en quelques minutes à assurer au phénomène spectral le maximum de netteté, pour un gaz donné; tout en évitant d'atteindre le degré où le spectre du platine viendrait compliquer les phénomènes. On doit d'ailleurs viser de préférence la partie moyenne du trait de feu et ne faire agir le courant, chaque fois, que pendant quelques secondes; on évite une durée notable du flux d'étincelles, qui échaufferait les fils et finirait par déterminer la rupture du verre. Un flux trop considérable d'étincelles aurait encore cet inconvénient de produire des trajets lumineux multiples; ce qui rend moins précise la définition des raies projetées sur l'échelle du spectroscope.

» A ce point de vue, les dispositions que je signale ici ne sont pas aussi délicates que celles des tubes à gaz raréfiés, qui demeurent préférables pour la définition des raies; mais elles offrent des avantages pratiques incontestables pour l'analyse proprement dite des gaz, et elles permettent d'introduire dans les études courantes, et sans manipulations spéciales, la certitude des manifestations et des mesures spectroscopiques. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'absorption électrique de l'azote par les composés carbonés;* par M. **Berthelot**.

« J'ai exécuté une série d'expériences nouvelles pour définir plus complètement l'absorption de l'azote, sous l'influence de l'effluve, par les composés carbonés, tels que la benzine et le sulfure de carbone, ainsi que les conditions favorables à cette absorption, ses limites, la nature des produits auxquels elle donne naissance, leur réaction sur l'oxygène libre, enfin leur décomposition par la chaleur. Ces expériences ont été faites, en général, avec l'azote préparé au moyen du nitrite d'ammoniaque.

» 1. J'ai trouvé d'abord que, dans les conditions de mes essais, la vitesse d'absorption de l'azote par la benzine était à peu près la même avec un

interrupteur Marcel Deprez, que l'on fit ou non intervenir la haute fréquence : $6^{cc},6$, en trois heures, haute fréquence ; $6^{cc},1$, sans haute fréquence. Avec un interrupteur Foucault, donnant des étincelles condensées plus rares, mais beaucoup plus fortes, l'absorption était bien moindre : $1^{cc},0$. Le nombre des interruptions est donc favorable. Les fortes décharges répondant à l'interrupteur Foucault exposent d'ailleurs beaucoup plus à la rupture des tubes, que la haute fréquence rend, au contraire, bien plus rare.

» 2. La limite des phénomènes, c'est-à-dire la dose maxima d'azote absorbable par un poids donné du composé carboné, a été trouvée :

» 1° Avec la benzine, dans trois essais, en poids : 12,1 centièmes; 12 centièmes; 11 centièmes.

» Ces rapports sont sensiblement ceux de $3C^6H^6 : 2Az$.

» Je rappellerai que, d'après mes essais antérieurs, la benzine absorbe trois fois plus d'hydrogène libre, soit $C^6H^6 : H^2$. (*Essai de Mécanique chimique*, t. II, p. 382.)

» En présence d'un excès de benzine, on peut absorber l'azote pur jusqu'à la dernière trace, sans aucun résidu gazeux.

» Si l'on opère avec l'azote de l'air, il reste un faible résidu : soit 0,6 centième environ, résidu plus faible que le volume de l'argon de l'air; une portion de ce dernier étant absorbée simultanément, sans l'être en totalité à cause des phénomènes d'équilibre que j'ai déjà signalés.

» 2° Avec le sulfure de carbone, la limite de l'absorption a été trouvée sensiblement la même en poids, soit 11,7 centièmes; c'est-à-dire $3CS^2 : 2Az$. Les poids moléculaires de la benzine (78) et du sulfure de carbone (76) sont fort voisins.

» L'absorption de l'azote est plus rapide avec le sulfure de carbone qu'avec la benzine. En présence d'un excès de sulfure de carbone, l'azote est absorbé jusqu'à la dernière bulle.

» 3° J'ai également étudié la limite d'absorption avec le thiophène, C^4H^4S. Ce liquide a absorbé 8,6 centièmes de son poids d'azote; ce qui répond aux rapports $2C^4H^4S : Az$.

» La vitesse d'absorption est inférieure à celle du sulfure de carbone.

» Les trois corps précédents ont absorbé l'azote, sans dégager de gaz pour leur propre compte. Cependant la benzine en a produit une petite quantité dans quelques-uns de mes essais, durant la période où l'absorption de l'azote n'était pas complète.

» D'autres composés organiques, soumis à l'influence de l'effluve, peu-

vent produire de l'hydrogène, de l'acétylène, de l'ammoniaque, etc., ainsi que je l'ai constaté autrefois ([1]). Sans y revenir pour le moment, je rappelle ces faits, pour prévenir toute erreur à cet égard.

» 3. La nature des produits a été examinée seulement avec la benzine. D'après les rapports obtenus plus haut, l'absorption forme une substance qui répondrait à la composition brute d'une diphénylphénylènediamine :

$$C^6H^5 - C^6H^5 - C^6H^4(AzH^2)^2.$$

» Les produits que j'ai examinés offrent, en effet, les propriétés des diamines de cet ordre, mélangées d'ailleurs avec d'autres corps condensés. Avant d'être soumis aux essais que je vais résumer, ils avaient, d'ailleurs, subi le contact prolongé de l'air, qui les avait en partie oxydés. Ces produits ont été récoltés, en les dissolvant dans la benzine et en évaporant celle-ci au bain-marie. Le résidu contient : une matière soluble dans l'eau, peu abondante ; une matière soluble dans l'acide chlorhydrique étendu et froid, fort abondante. En même temps, le titre de l'acide a diminué très sensiblement, d'après un essai alcalimétrique. Il s'est formé par là le sel d'un alcali, que la potasse précipite, en développant une odeur douceâtre et vireuse, analogue à celle de la quinoléine et des alcalis hydropyridiques. La dissolution de ce chlorhydrate, étant évaporée, laisse un résidu, qu'il suffit de chauffer très légèrement pour obtenir un sublimé de chlorhydrate d'ammoniaque.

» La matière insoluble dans l'acide chlorhydrique étendu et froid, ayant été chauffée au bain-marie avec de l'acide chlorhydrique concentré, a fourni une nouvelle dose d'un sel analogue, doué de caractères semblables. Il est resté finalement une résine insoluble dans l'acide chlorhydrique et également très riche en azote.

» Ces propriétés répondraient à un mélange de plusieurs composés azotés, dont certains sont des alcalis assez énergiques, de l'ordre des diamines, aisément dédoublables avec régénération partielle d'ammoniaque ; et certains autres, de l'ordre de l'hydrazobenzol et autres dérivés amidés de la benzine et du phénol.

» L'action de la chaleur confirme ces indications. En effet, en distillant doucement la matière primitive, elle dégage du gaz ammoniac en abondance, ainsi que de la benzine, de l'eau (provenant de l'oxydation par l'air);

([1]) *Essai de Méc. chim.*, t. II, p. 379, 383 et suivantes.

une trace extrêmement faible d'aniline, et un liquide bitumineux, contenant des composés azotés.

» J'avais trop peu de matière pour pousser plus loin cet examen. J'ai cherché seulement s'il y avait régénération d'azote libre, en chauffant au rouge sombre les produits condensés, dans le tube à effluve même, avant qu'ils eussent subi le contact de l'air; conformément à l'artifice suivi pour la régénération de l'argon et de l'hélium, au moyen de leur dérivé sulfocarbonique.

» Le dérivé azotobenzénique a produit ainsi une certaine quantité de gaz ammoniac, mais sans régénérer d'azote libre.

» 4. J'ai soumis à la même épreuve de la chaleur le produit obtenu par la fixation de l'azote sur le sulfure de carbone; toujours en opérant sur les tubes à effluve mêmes, sans faire subir aux produits aucun contact avec l'air. Au rouge sombre, il s'est régénéré cette fois de l'azote libre, dont la proportion exacte n'a pu être évaluée, parce que la disposition des tubes ne permettait qu'à une portion de la matière de subir l'action de la chaleur. J'estime cette dose régénérée au quart ou au cinquième seulement de l'azote fixé sur la portion de matière qui avait subi l'action effective de la haute température. La majeure partie de l'azote serait donc demeurée unie au soufre et au carbone réunis : ce qui indique la formation de certains composés azotés, plus stables que ceux de l'argon et de l'hélium; ces derniers gaz se régénérant en majeure partie, sinon en totalité, dans les mêmes conditions.

» 5. Les produits condensés qui dérivent des composés carbonés modifiés par l'effluve sont très oxydables et fort accessibles, en particulier, à l'action de l'oxygène libre. Cette aptitude appartient à un haut degré aux combinaisons engendrées par la fixation de l'azote libre.

» Pour la mieux définir, j'ai opéré avec la benzine saturée d'azote et ayant absorbé $0^{gr},075$ de cet élément. Après avoir évacué l'azote non absorbé, j'ai introduit dans l'espace annulaire, compris entre les deux tubes concentriques, $15^{cc},1$ d'oxygène pur, et abandonné le tout, sur le mercure, à la température ordinaire, en février 1897. Au bout de onze jours, la réaction n'étant pas épuisée, j'ai trouvé qu'il s'était absorbé $7^{mgr},4$ d'oxygène, soit un dixième du volume de l'azote fixé, avec formation de $0^{mgr},7$ d'acide carbonique et de $0^{mgr},07$ d'oxyde de carbone. Aucune trace d'azote ne s'était redégagée.

» Ce dernier fait doit être rapproché de la propriété de la phénylhydrazine, qui absorbe également à froid l'oxygène, mais qui dégage, au con-

traire, de l'azote libre simultanément, soit un volume égal à celui de l'oxygène libre qu'elle absorbe si aisément ([1]). Il montre, en effet, que le composé azoté, formé par la benzine sous l'influence de l'effluve, possède une constitution toute différente de la phénylhydrazine.

» 6. Le composé azoté qui dérive du sulfure de carbone absorbe également à froid l'oxygène pur. J'ai opéré avec un produit qui avait absorbé 15^{mgr} d'azote et était encore éloigné de la saturation. L'absorption de l'oxygène est déjà visible au bout de quelques heures. Elle est progressive. Après treize jours, l'action n'étant pas épuisée, j'ai trouvé une absorption de $24^{cc},4$: c'est-à-dire dans le rapport de 3 volumes pour 2 d'azote, fixés sur le sulfure de carbone. Une fraction de cet oxygène a pu d'ailleurs être fixée par des principes condensés non azotés. En tout cas, il n'y avait pas d'azote dégagé en proportion sensible.

» Les expériences que je viens de décrire jettent un premier jour sur la nature des principes azotés qui se forment sous l'influence de l'effluve agissant sur les composés organiques. Ce qui en augmente l'intérêt, c'est l'analogie de cet ordre de réactions avec celles qui s'exercent entre l'azote de l'air et les principes immédiats des végétaux. Cet azote étant susceptible d'être absorbé continuellement dans la nature, sans étincelle, bien entendu, et dans des conditions comparables à celles de l'effluve; ainsi que je l'ai établi par mes expériences sur les hydrates de carbone soumis, soit à des tensions électriques très faibles, soit aux tensions courantes de l'électricité atmosphérique elle-même, au voisinage du sol ([2]). »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la théorie des surfaces algébriques au point de vue de la Géométrie de situation et sur les intégrales de différentielles totales;* par M. **Émile Picard.**

« J'ai montré, dans des recherches antérieures, l'intérêt qu'il y a à introduire dans la théorie des surfaces algébriques les considérations d'*Analysis situs*. Je voudrais indiquer aujourd'hui un théorème qui complète cette étude en un point important. Il ne sera pas inutile de commencer par exposer rapidement les parties essentielles de la théorie dans l'ordre

---

([1]) *Ann. de Chim. et de Phys.*, 7ᵉ série, t. IV, p. 120.

([2]) *Essai de Mécan. chimique,* t. II, p. 387 et 390.

d'idées où je me place (¹), telles que je viens de les présenter dans mon cours.

» 1. La première question qui se présente dans la théorie des surfaces algébriques est relative à la réduction des singularités. Elle a fait autrefois l'objet des travaux de M. Nœther et de M. del Pezzo, et M. Segre vient d'y consacrer récemment un intéressant Mémoire. J'ai tout d'abord cherché à présenter d'une manière complètement rigoureuse les théorèmes qui jouent le rôle essentiel dans cette réduction. D'après une première proposition, on peut faire correspondre point par point à toute surface algébrique

$$f(x, y, z) = 0,$$

ayant des singularités quelconques, une autre surface n'ayant que les singularités ordinaires. Celles-ci se composent de courbes doubles pouvant avoir des points triples à tangentes distinctes qui sont en même temps des points triples pour la surface.

» Un second théorème est relatif à la représentation d'une surface dans un espace à dimensions complexes, dont le nombre est supérieur à trois. Il est possible de faire correspondre uniformément la surface f à une surface F d'un espace E à cinq dimensions, *cette surface* F *n'ayant aucun point multiple*. Cette seconde proposition est la plus importante, la première s'en déduisant d'ailleurs aisément.

» 2. Si l'on ramène à la surface d'une sphère chacune des dimensions complexes de l'espace E (comme dans la théorie des fonctions d'une variable complexe), on peut regarder la surface F comme étant un continuum *fermé* à quatre dimensions réelles ne se coupant pas lui-même. Or on sait, d'après Riemann et Betti, qu'il y a lieu, dans une variété à *quatre* dimensions, de considérer *trois* ordres de connexion

$$p_1, \quad p_2, \quad p_3$$

relatifs respectivement à une, deux et trois dimensions. La variété ici considérée étant fermée, on aura

$$p_1 = p_3,$$

(¹) Au point de vue de l'Algèbre et de la Géométrie analytique, la théorie des surfaces algébriques a fait, dans ces dernières années, l'objet de travaux considérables de la part de deux jeunes géomètres italiens extrêmement distingués, MM. Castelnuovo et Enriques. On trouvera, dans le tome XLVIII des *Mathematische Annalen* (1896), un Mémoire dans lequel ils résument les principaux résultats de leurs recherches.

et nous sommes ainsi conduit à introduire dans la théorie des surfaces deux nombres invariants p_1 et p_2 relatifs aux connexions à une et deux dimensions.

» Le premier résultat que j'ai obtenu est relatif au nombre p_1 ; on arrive à cette conclusion, au premier abord étrange, que *l'on a en général*

$$p_1 = 1,$$

c'est-à-dire que *tous les cycles linéaires d'une surface se ramènent à un cycle nul;* on peut donner de ce théorème diverses démonstrations. Ce n'est que pour des surfaces spéciales que p_1 est supérieur à l'unité, et la question se pose de déterminer le nombre p_1 pour une surface donnée; mais occupons-nous d'abord des intégrales de différentielles totales.

» 3. Nous considérons une intégrale de différentielle totale

$$(1) \qquad \int P\,dx + Q\,dy,$$

où P et Q sont des fonctions rationnelles des coordonnées x, y, z d'un point quelconque de f. Une telle intégrale sera dite une intégrale de *première espèce,* si elle reste finie en tout point de la variété F qui lui correspond dans l'espace E. On peut encore donner une autre définition équivalente en restant dans l'espace (x, y, z); soit (x_0, y_0, z_0) un point arbitraire de la surface, que nous pouvons toujours supposé ramené à distance finie, et envisageons toutes les courbes passant par (x_0, y_0, z_0) situées sur la surface et susceptibles d'être représentées dans le voisinage du point par les équations

$$(2) \qquad x = x_0 + \lambda(t), \qquad y = y_0 + \mu(t), \qquad z = z_0 + \nu(t),$$

$t\lambda, \mu, \nu$ étant holomorphes dans le voisinage de $t = 0$ et s'annulant pour $t = 0$. On substitue ces valeurs dans l'expression (1) et l'on a une intégrale devant rester finie pour $t = 0$. Si cette condition est remplie pour tous les points de la surface et pour toutes les courbes de la nature indiquée, l'intégrale sera de première espèce.

» Si une surface a une intégrale de première espèce, celle-ci aura au moins *deux* périodes; par suite

$$p_1 \geqq 3,$$

et il résulte immédiatement de là qu'il n'y a pas, *en général,* de telles intégrales. La recherche des intégrales de première espèce pour une surface donnée peut se faire d'une manière régulière. On devra pouvoir trouver

trois polynomes A, B, C en x, y, z satisfaisant à l'identité

$$A\frac{\partial f}{\partial x} + B\frac{\partial f}{\partial y} + C\frac{\partial f}{\partial z} = \left(\frac{\partial A}{dx} + \frac{\partial B}{\partial y} + \frac{\partial C}{\partial z}\right)f(x, y, z).$$

En désignant par m le degré de f, A doit être de degré $m - 2$ en x, y, z et de degré $m - 3$ en y et z, et de même pour B et C par permutation circulaire. Si la surface f n'a que des singularités ordinaires, les trois surfaces

$$A = 0, \qquad B = 0, \qquad C = 0$$

doivent passer par la courbe double; à chaque système de polynomes A, B, C, satisfaisant à ces conditions, correspond une intégrale de première espèce.

4. Passons aux intégrales de différentielles totales de *seconde* espèce. On peut les définir encore de deux manières équivalentes. Si l'on prend d'abord les expressions (2) et qu'on les substitue dans (1), on aura une expression

$$\int F(t)\,dt.$$

» Supposons que $F(t)$ ne soit pas identiquement infinie; l'intégrale précédente ne devra pas avoir au point $t = 0$ un point singulier logarithmique. On peut encore définir les intégrales de seconde espèce en disant que l'intégrale prise le long de tout cycle susceptible de se réduire à un cycle nul est égale à zéro. On voit immédiatement qu'*une surface, pour laquelle* $p_1 = 1$, *n'a pas d'intégrale de différentielle totale de seconde espèce qui ne se réduise à une fonction rationnelle de* x, y et z.

» Des intégrales de seconde espèce sont dites distinctes, si l'on ne peut former avec elles de combinaison linéaire se réduisant à une fonction rationnelle. La recherche des intégrales de seconde espèce d'une surface donnée est beaucoup plus difficile que pour les intégrales de première espèce. J'ai montré qu'*on pouvait ramener d'une manière régulière ce problème à la recherche des intégrales rationnelles d'une équation différentielle linéaire ordinaire dont les coefficients sont eux-mêmes rationnels.*

5. Revenons maintenant à la recherche du nombre p_1; j'ai indiqué autrefois le principe de cette recherche, mais sans formuler le résultat précis que je veux maintenant indiquer. Je suppose que les axes ont une disposition arbitraire par rapport à la surface, qui n'a que des singularités ordinaires; on peut d'abord ramener tous les cycles linéaires de la surface à

être dans un plan $y = \text{const}$. Considérons alors la courbe algébrique $f(x, \overline{y}, z) = 0$, correspondant à la relation algébrique entre x et z.

» Il faut étudier la déformation des cycles relatifs à cette courbe quand le paramètre y varie.

» Formons à cet effet une intégrale de seconde espèce (pour y arbitraire) de la courbe précédente et qui soit de la forme

$$\text{(I)} \qquad \int \frac{F(x, y, z)\,dx}{f'_z},$$

où F est rationnelle en x, y et z. Les périodes de l'intégrale (I) sont des fonctions de y, satisfaisant à une équation linéaire dont les coefficients sont des polynomes en y. Soient

$$\omega_1, \quad \omega_2, \quad \ldots, \quad \omega_{2p}$$

un système de périodes de l'intégrale (I), en désignant par p le genre de $f(x, \overline{y}, z) = 0$. Quand y décrira tous les chemins possibles dans son plan en revenant à son point de départ, les ω se transforment en Ω, et l'on a

$$\text{(S)} \qquad \Omega_i = m_1^i \omega_1 + m_2^i \omega_2 + \ldots + m_{2p}^i \omega_{2p} \qquad (i = 1, 2, \ldots, 2p),$$

les m étant des entiers, et ces substitutions (S) correspondront au groupe de l'équation linéaire. Les équations (S) peuvent se lire sous forme géométrique; elles indiquent, si $C_1, C_2, \ldots, C_{2p}$ indiquent les cycles correspondant aux périodes $\omega_1, \omega_2, \ldots, \omega_{2p}$, que le cycle C_i s'est déformé avec la variation de y et s'est transformé en une somme de m_1^i fois le cycle C_1 plus m_2^i fois le cycle C_2, plus, etc. Si donc maintenant on envisage une intégrale de l'espace à quatre dimensions comme on en considère dans l'*Analysis situs*, et que P_i désigne sa période relativement au cycle C_i, on aura

$$\text{(II)} \qquad P_i = m_1^i P_1 + m_2^i P_2 + \ldots + m_{2p}^i P_p \qquad (i = 1, 2, \ldots, 2p),$$

et à chaque substitution du groupe correspondront $2p$ équations de cette forme. Il arrivera en général que l'ensemble des équations (II) donnera pour tous les P des valeurs nulles, et nous retombons sur ce fait que tous les cycles se réduisent à zéro, c'est-à-dire $p_1 = 1$. Mais il pourra arriver que les équations (II) soient vérifiées autrement qu'en annulant tous les P. Supposons que de l'ensemble de ces équations on puisse tirer $2p - r$ des quantités P en fonction des r autres restant arbitraires; il est clair que les périodes P pourront certainement se réduire à r d'entre elles, et, par suite, le nombre des cycles linéaires distincts de la surface sera au plus égal à r.

» Nous n'avons jusqu'ici qu'une limite supérieure du nombre des périodes, c'est-à-dire de $p_1 - 1$; on peut aller plus loin et *montrer que l'on a* $p_1 = r + 1$.

» 6. Pour établir ce point, nous considérons $2p$ intégrales distinctes I_1, $I_2, \ldots, I_{2p}$ analogues à I, et nous allons chercher si l'on peut déterminer des fonctions rationnelles $a_1, a_2, \ldots, a_{2p}$ de y, de telle sorte que les périodes de l'intégrale

$$a_1 I_1 + a_2 I_2 + \ldots + a_{2p} I_{2p}$$

ne dépendent pas de y. Soient $\omega_1^h, \omega_2^h, \ldots, \omega_{2p}^h$ les $2p$ périodes de I_h; nous avons à écrire les $2p$ équations

$$a_1 \omega_k^1 + a_2 \omega_k^2 + \ldots + a_{2p} \omega_k^{2p} = P_k \qquad (k = 1, 2, \ldots, 2p),$$

les P étant des constantes. Supposons que ces constantes satisfassent à l'ensemble des équations (II); il est facile de voir que *les $2p$ équations précédentes déterminent pour les a des fonctions rationnelles de y*. Posons alors

$$a_1 I_1 + a_2 I_2 + \ldots + a_{2p} I_{2p} = \int R\, dx,$$

où R est rationnelle en x, y, z. Je démontre maintenant qu'on peut former une intégrale de différentielle totale

$$\int R\, dx + S\, dy, \tag{3}$$

où S sera, comme R, rationnelle en x, y et z; *de plus cette intégrale est de seconde espèce.*

» L'intégrale (3) de seconde espèce que nous venons de former a r périodes arbitraires. Nous allons tirer de là une conséquence importante; puisque l'intégrale (3) a r périodes, il n'est pas possible que l'on ait

$$p_1 - 1 < r,$$

car alors quelqu'une des périodes proviendrait d'un cycle réductible à un cycle nul, ce qui n'est pas possible, l'intégrale étant de seconde espèce. Nous avons donc l'égalité annoncée

$$p_1 = r + 1.$$

Nous pouvons enfin énoncer le théorème suivant que j'avais principalement en vue [1] :

» *Toute surface algébrique possède $p_1 - 1$ integrales distinctes de différentielles totales de seconde espèce, p_1 désignant son ordre de connexion linéaire.*

» Ainsi se trouve établie une relation étroite entre la connexion linéaire et les intégrales de différentielles totales. De plus, le nombre des intégrales distinctes de seconde espèce pouvant être obtenu par un calcul régulier, *nous aurons par là même l'ordre de la connexion linéaire.* Je me propose d'indiquer prochainement quelques résultats relatifs à l'ordre p_2 de la connexion à deux dimensions. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur une propriété des moteurs asynchrones;* par M. A. **Potier.**

« Dans la théorie des moteurs dits *asynchrones*, ou à *induit fermé*, on suppose implicitement que l'intensité du champ produit dans l'entrefer par l'un des circuits inducteurs varie suivant une loi sinusoïdale en fonction de l'angle $p\theta$, si θ désigne la distance angulaire du point de l'entrefer considéré à l'un des points neutres, et $2p$ le nombre des pôles. C'est la condition nécessaire et suffisante pour que le champ résultant du passage des courants polyphasés dans les circuits inducteurs puisse être considéré comme un champ tournant, restant semblable à lui-même, avec une vitesse angulaire $\frac{2\pi}{pT} = \omega_1$ (T = période des courants inducteurs); dans ces conditions, si l'induit est animé d'une vitesse angulaire ω_2, il est soumis à un couple accélérateur d'origine électro-magnétique, dont la valeur est

$$C = \frac{A\mathcal{H}_1^2(\omega_1 - \omega_2)}{\alpha^2 + (\omega_1 - \omega_2)^2}.$$

$\mathcal{H}$ est l'intensité maximum du champ créé par les inducteurs A, et α deux constantes dépendant des dimensions de l'appareil.

» Mais les enroulements inducteurs sont ordinairement disposés sans avoir égard à la condition supposée, et l'intensité du champ produit par un des inducteurs est en réalité $\mathcal{H}_1 \sin p\theta + \mathcal{H}_3 \sin 3p\theta, \ldots$, de sorte que, lorsque les courants polyphasés excitent l'inducteur, le champ est la super-

---

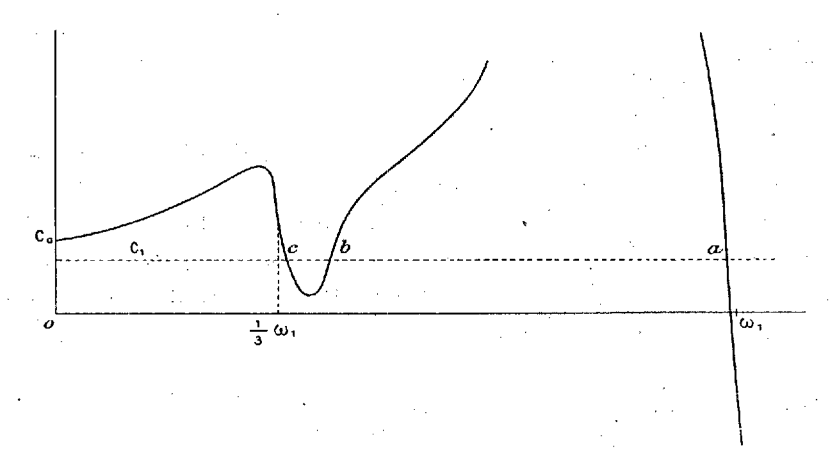
[1] Ce résultat comprend, comme cas particulier, un théorème démontré dans mon Mémoire *Sur les fonctions algébriques de deux variables* (p. 50).

position de champs sinusoïdaux, d'intensité maximum $\mathcal{H}_1$, $\mathcal{H}_3$, ..., tournant avec les vitesses angulaires ω_1, $\frac{\omega_1}{3}$, $\frac{\omega_1}{5}$, ..., et le couple devient

$$C = A^1 \left[\frac{\mathcal{H}_1^2(\omega_1 - \omega_2)}{\alpha^2 + (\omega_1 - \omega_2)^2} + \frac{3\mathcal{H}_3^2(\omega_1 - 3\omega_2)}{9\alpha^2 + (\omega_1 - 3\omega_2)^2} + \ldots \right].$$

» Le premier terme seul considéré ordinairement, négatif si $\omega_2 > \omega_1$, devient positif si $\omega_1 > \omega_2$, et croît tant que ω_2 est supérieur à $\omega_1 - \alpha$, pour diminuer ensuite avec ω_2; le second terme suit une loi analogue : négatif et très faible pour les grandes valeurs de ω_2, il devient minimum pour $3\omega_2 = \omega_1 + 3\alpha$, s'annule pour $\omega_1 = 3\omega_2$, passe par un maximum positif pour $3\omega_2 = \omega_1 - 3\alpha$, et décroît quand ω_2 tombe au-dessous de cette valeur. Autrement dit, si l'on tient compte de ce que α est toujours une faible fraction de ω_1, la courbe dont C est l'ordonnée et ω_2 l'abscisse, ascendante depuis $\omega_2 = \alpha$ jusque vers $\omega_2 = \frac{1}{3}\omega_1 - \alpha$, tombe rapidement entre $\omega_2 = \frac{1}{3}\omega_1 - \alpha$ et $\frac{1}{3}\omega_1 + \alpha$, se relève jusque vers $\omega_2 = \omega_1 - \alpha$ pour tomber vers o et avoir une ordonnée négative pour ω_2 égal ou supérieur à ω_1.

» Par suite, si l'on donne au couple résistant une valeur C_1 inférieure au couple C_0 correspondant à $\omega_2 = 0$, et permettant au moteur de démarrer, il correspondra à cette valeur C_1 tantôt une, tantôt trois valeurs



de ω_2; dans ce dernier cas, il ne conviendra toutefois que deux vitesses au régime stable, qui seront la plus grande a et la plus petite c des racines de l'équation $C = C_1$; pour la racine intermédiaire, dC et $d\omega_2$ sont de même signe, et le régime, s'il pouvait s'établir, serait instable; au contraire, à la vitesse c comme à la vitesse a, le moteur pourra supporter une surcharge sans s'arrêter.

» La valeur minimum de C_1, correspondant à deux régimes stables, dépend des valeurs des coefficients $\mathcal{K}_1$ et $\mathcal{K}_3$; elle sera négative, pour les petites valeurs de α lorsque la condition

$$\mathcal{K}_3^2 > \mathcal{K}_1^2 \frac{3a}{\omega_1}$$

sera vérifiée; il y aura alors deux vitesses de régime à vide. Le rapport de $\mathcal{K}_3$ à $\mathcal{K}_1$ dépend surtout du rapport de l'espace occupé par les champs de chaque circuit inducteur à la circonférence totale de l'armature; lorsque ce dernier rapport est $\frac{1}{3}$, $\frac{2}{3}$ et 1, le premier est $\frac{2}{3}$, 0 et $\frac{1}{3}$. Lorsque l'armature n'est pas construite en cage d'écureuil et porte plusieurs bobines, il suffit de grouper celles-ci en série pour diminuer la valeur de α et rendre possibles deux vitesses de régime sous faibles charges. »

THERMODYNAMIQUE BIOLOGIQUE. — *Méthode nouvelle pour s'assurer si, dans les milieux vivants, comme dans le monde inanimé, le travail positif « prend » de l'énergie au moteur et si le travail négatif lui en « donne »*; par M. A. **Chauveau**.

« Quand les muscles produisent du *travail positif,* ils s'échauffent plus que s'ils concourent à l'exécution d'un *travail négatif* de même valeur : ce qui a toujours paru paradoxal aux mécaniciens. J'ai expliqué pourquoi il en est ainsi : le soulèvement des charges par les muscles exige, de la part de ceux-ci, plus de *travail intérieur* (*travail physiologique*) que l'acte inverse. Par conséquent, la dépense énergétique, source de ce *travail intérieur,* est plus grande, lorsqu'il est employé à faire du *travail extérieur* positif, que s'il est consacré à réfréner un *travail négatif* équivalent ([1]). Si l'on pouvait égaliser cette dépense intérieure, dans les deux cas, on verrait nécessairement la différence d'échauffement se manifester en sens inverse : le travail négatif produirait plus de chaleur que le travail positif.

» Dans les conditions habituelles de l'application du système musculaire à la production du travail mécanique, c'est un résultat qui ne saurait être atteint. Mais il est au pouvoir de l'expérimentateur de l'obtenir par la création de conditions particulières, qui ne sont plus celles du travail ordinaire. Il en est qui m'ont été indiquées par mes recherches sur la dépense

([1]) Voir *Comptes rendus,* t. CXXI, 8 juillet 1895; t. CXXII, 13 et 20 janvier 1896.

énergétique qu'entraîne la contraction statique employée au soutien des charges sous des degrés différents de raccourcissement musculaire [1]. Je vais montrer qu'on peut tirer de ces recherches une *méthode permettant d'obtenir l'égalisation de la dépense énergétique primitive ou fondamentale, pendant une très brève contraction statique dans le cours de laquelle s'intercale, ou non, du travail positif ou du travail négatif de cause purement extérieure*. Si je ne me suis fait illusion, le cas idéal rêvé par Hirn [2], pour les déterminations d'équivalence thermodynamique, dans l'économie animale, se trouverait ainsi réalisé. Je veux parler de la condition comparable à celle où se trouve la pile voltaïque, dont le circuit contient un électro-aimant disposé pour fonctionner, soit sans faire du travail extérieur, soit en produisant du travail positif, soit en résistant à du travail négatif, tout en continuant à exécuter constamment le même travail intérieur, c'est-à-dire à consommer la même énergie thermochimique.

» PRINCIPES DE LA MÉTHODE. — Il convient de les exposer sommairement, en les enchaînant suivant un certain ordre et en rappelant d'abord les points fondamentaux relatifs à la propriété essentielle qui distingue le muscle en état de contraction statique.

» 1° *De l'élasticité du caoutchouc comparée à celle du muscle en état de contraction statique*. — La comparaison de l'élasticité du tissu musculaire avec celle du caoutchouc a été faite assez souvent; mais c'est surtout l'élasticité du muscle extrait du corps et en état de relâchement, celle qui se prête le moins à cette comparaison, qui en a fait l'objet. Donders et V. Mansveldt sont les premiers qui, avant moi, aient étudié l'élasticité du muscle vivant, contracté pour le soutien fixe d'une charge, en plein état d'intégrité physiologique. Encore n'ont-ils pas caractérisé systématiquement la condition qu'ils avaient en vue, de manière à la distinguer nettement de la condition principalement visée par Ed. Weber et ses imitateurs, c'est-à-dire l'élasticité du muscle mort non encore envahi par la rigidité cadavérique.

» Entre cette élasticité du muscle inerte et celle du caoutchouc, il y a des différences considérables. L'élasticité du caoutchouc de bonne qualité, bien préparé, est parfaite, tant au point de vue de l'extensibilité qu'à celui de la rétractilité : les deux caractères fondamentaux qui définissent l'élasticité. Un boudin de caoutchouc vulcanisé, tendu par une petite charge,

---

(1) Voir *Comptes rendus*, t. CXXIII, 18 septembre 1896; t. CXXIV, 4 janvier 1897.
(2) Consulter *Archives de Physiologie, etc.*, p. 229; 1897.

s'allonge plus ou moins si l'on ajoute une surcharge, et l'allongement, contenu dans certaines limites, est proportionnel à la surcharge. Si celle-ci est supprimée de suite, le boudin de caoutchouc revient instantanément à sa longueur primitive. Or jamais cette double caractéristique de l'élasticité parfaite ne se montre dans la propriété élastique, peu développée d'ailleurs, que possède le muscle mort, en état de flaccidité. Ce muscle ne s'allonge pas proportionnellement à la charge et, surtout, sa rétraction, après l'allongement, est toujours imparfaite ([1]).

» *Seul le muscle en état de contraction statique possède*, DU FAIT MÊME DE CET ÉTAT DE CONTRACTION, *une élasticité parfaite absolument comparable et même supérieure à celle du meilleur caoutchouc*. Comme ce dernier, le muscle contracté pour le soutien fixe d'une charge s'allonge proportionnellement aux charges surajoutées. Il revient ensuite très exactement à sa longueur première, si les surcharges sont supprimées.

» Entre cette merveilleuse élasticité du muscle normal vraiment vivant, en état de contraction statique, et l'élasticité rudimentaire du muscle isolé en état de flaccidité, il y a donc une différence très notable. Ainsi, quand on envisage l'élasticité acquise par le muscle normal, contracté pour le soutien d'une charge, on se trouve en présence d'une propriété spéciale, distincte de la propriété physique, lointainement analogue, qui appartient au muscle mort. Celle-ci ne se rattache que par les liens les plus lâches à l'élasticité parfaite du caoutchouc. Celle du muscle contracté s'identifie, au contraire, avec cette élasticité du caoutchouc, tant par les caractères tirés de l'extensibilité du tissu que par ceux de sa rétractilité.

» L'identité des deux propriétés est aussi complète que possible. Elles ne se distinguent, en effet, que par leur cause originelle : l'une, celle du caoutchouc, est une propriété naturelle, tenant aux qualités fondamentales de la substance; l'autre est une propriété acquise, tenant à une modification apportée par l'état de contraction à l'arrangement du tissu musculaire.

» Cette différence en entraîne une autre : dans le caoutchouc l'aptitude à développer les caractères de l'élasticité parfaite a une existence spontanée, indépendante de toute consommation énergétique; dans le muscle,

---

([1]) Consulter les courbes de J. MAREY (*Du mouvement dans les fonctions de la vie* : *fig.* 94, d'une part; *fig.* 92, 93, 96, d'autre part), quoique les conditions dans lesquelles il a opéré s'éloignent quelque peu de celles de Weber. La question sera, du reste, traitée de nouveau prochainement, avec de nouveaux moyens de démonstration.

le travail intérieur, plus ou moins actif, constitué par l'état de contraction ne peut se produire sans une incessante dépense d'énergie, c'est-à-dire sans échauffement, déterminé par la dispersion de la chaleur sensible résultant de la transformation énergétique finale.

» Ces notions sommaires sont rappelées ici comme des préliminaires destinés à favoriser l'exposition des points essentiels que nous avons à signaler maintenant et qui servent de bases à la méthode que nous nous proposons d'exploiter.

» 2° *Influence des variations divergentes de la charge soutenue et du raccourcissement du muscle sustenteur sur la valeur des échanges respiratoires, c'est-à-dire sur la dépense énergétique, dans le cas de contraction statique. Comment, dans ce cas, « l'uniformité » de la dépense peut accompagner la « diversité » des conditions de l'état de contraction.* — Quand un muscle est en contraction statique, pour soutenir une charge, sa dépense énergétique, *appréciée d'après les échanges respiratoires,* est proportionnelle, d'une part, à la charge soutenue par le muscle, d'autre part, si la contraction s'accompagne de changement dans la longueur des faisceaux musculaires, au produit de la charge par le degré de raccourcissement du muscle ([1]).

» La première dépense intervient seule quand la contraction imprime au muscle, sans le raccourcir, la tension élastique qui fait équilibre à la charge. Cette dépense s'accroît de la valeur de la seconde lorsque le muscle contracté est en même temps raccourci. En général, les deux dépenses coexistent. Mais leur fusion n'empêche qu'elles ne gardent leur valeur et leur destination propres : l'une répondant à l'élasticité qui équilibre la *résistance extérieure,* c'est-à-dire la charge; l'autre répondant à l'élasticité qui équilibre la *résistance intérieure,* celle que le muscle, tendu par la charge, oppose à sa déformation.

» La loi de cette double dépense montre qu'il est possible d'en uniformiser la valeur quand la charge soutenue et le raccourcissement du muscle sustenteur varient en sens inverse. On comprend, en effet, qu'une charge soutenue sans raccourcissement (condition A) puisse dépenser exactement la même énergie qu'une charge plus faible soutenue par le muscle raccourci (condition B). Il suffit, pour cela, que le raccourcissement musculaire affecte une valeur en rapport avec l'allègement de la charge première. Soit 4 cette charge première; l'énergie dépensée est proportionnelle

---

([1]) Voir A. Chauveau et J. Tissot, *Comptes rendus*, 18 décembre 1896, 4 janvier 1897.

à (4, 1re part) + (0, 2e part) = 4. Réduite à 1 et soutenue par le muscle raccourci comme 3, la charge réclame, pour son soutien, une dépense énergétique proportionnelle à (1, 1re part) + (1 × 3, 2e part) = 4. *Les deux dépenses sont donc égales, malgré la différence considérable qui existe entre la condition* A *et la condition* B *du muscle en contraction statique.*

» 3° *Maintien de l'égalité de la dépense énergétique dans le passage d'une condition à l'autre.* — La dépense énergétique est déterminée par l'excitation nerveuse qui provoque dans le muscle l'état de contraction. Supposons que le passage de la condition A à la condition B, ou celui de la condition B à la condition A, s'effectue sans que cette excitation soit modifiée, ou volontairement, ou par effet réflexe; il n'y a aucune raison pour qu'il se produise alors le moindre changement dans la dépense énergétique. *Cette dépense doit continuer à rester égale à elle-même dans tous les cas, non seulement quand les charges sont soutenues d'une manière fixe, avec ou sans raccourcissement musculaire, mais encore pendant leur déplacement, si celui-ci s'effectue de manière à réaliser le passage de la condition* A *à la condition* B, *ou le passage inverse.*

» 4° *Du travail mécanique constitué par le déplacement automatique des charges pendant le passage d'une condition à l'autre. Moyen de faire effectuer ce travail au muscle en contraction statique sans dépense énergétique nouvelle.* — Le passage de A à B constitue du travail positif; le passage de B à A constitue du travail négatif. Or, les muscles en état de contraction statique peuvent fournir *automatiquement* ces deux sortes de travaux mécaniques, sous l'influence de causes extérieures *qui modifient la valeur de la charge à l'insu du sujet, en dehors de toute participation de sa volonté, par conséquent sans qu'il soit rien changé à la dépense énergétique intérieure primitivement excitée dans le muscle pour créer l'état de contraction.*

» Ainsi, lorsqu'un muscle contracté sans raccourcissement soutient une charge, l'allègement de celle-ci rend instantanément libre la force élastique *effective* qui équilibrait la partie supprimée de la charge. Cette force libérée s'emploie *spontanément* au soulèvement de la charge restante. D'où *travail positif*, exécuté sans modification aucune à l'excitation directrice primitivement imprimée au travail physiologique musculaire, partant à la dépense énergétique d'où procède ce dernier.

» De même, dans le muscle ainsi raccourci par le travail positif, le rétablissement de la charge en sa valeur primitive ne change rien à la dépense intérieure qui entretient la contraction statique. Il en résulte seulement, pour ce muscle, une addition de force de tension ou d'énergie potentielle

venue du dehors. Celle-ci, lorsque la charge est abandonnée à elle-même et tend à être entraînée vers le sol, allonge le muscle en faisant du *travail négatif* et se transforme ainsi en force vive, qui se dissipe sous forme de chaleur rayonnante, après avoir refréné et éteint le travail extérieur.

» 5° *De l'échauffement déterminé dans le muscle en contraction statique, avec ou sans production automatique de travail mécanique*. — Contrairement à la dépense énergétique, mesurée par les échanges respiratoires, l'échauffement musculaire qui en résulte ne reste pas uniforme dans toutes les conditions de la contraction statique qui viennent d'être examinées.

» *a*. S'il y a soutien simple de la charge totale sans raccourcissement musculaire ou soutien simple de la charge allégée avec raccourcissement du muscle, l'échauffement représente intégralement et exclusivement l'énergie dépensée en propre par cet organe;

» *b*. Lorsque le soutien s'accompagne du *soulèvement* de la charge allégée, l'échauffement est moindre, parce qu'une très petite partie de l'énergie dépensée, qui ne varie pas, passe dans le travail mécanique en quantité exactement équivalente à ce dernier;

» *c*. Quand enfin le soutien s'accompagne de l'*abaissement* de la charge reconstituée avec sa valeur primitive, l'énergie intérieure, mobilisée dans le muscle, s'enrichit de celle qui y est apportée par le travail mécanique dont l'organe opère le refrènement : l'échauffement musculaire s'accroît alors proportionnellement à ce travail négatif, c'est-à-dire beaucoup plus qu'il ne s'amoindrit du fait de l'intervention du travail positif, car celui-ci vaut moins que le travail négatif. Si, en effet, les chemins parcourus par les charges sont égaux avec les deux sortes de travaux, il en est autrement des charges elles-mêmes, qui diffèrent considérablement. Dans l'exemple ci-dessus choisi, la valeur du travail positif (raccourcissement musculaire multiplié par la charge) est représentée par $3 \times 1 = 3$. Quant à la valeur du travail négatif, elle équivaut à $3 \times 4 = 12$, c'est-à-dire qu'elle est quatre fois plus considérable que la première, ce qui permet, dans les expériences comparatives, d'obtenir, avec le travail négatif, un surcroît d'échauffement qui est quadruple de l'amoindrissement dû au travail positif.

» 6° *L'échauffement du muscle en contraction statique, comparé à l'échauffement du caoutchouc employé à faire, dans les mêmes conditions que le muscle, du travail positif et du travail négatif*. — Il est bien évident que l'identité ci-devant signalée, entre l'élasticité du muscle en contraction statique et celle du caoutchouc doit se retrouver dans les phénomènes thermiques que provoque la mise en jeu de ces deux élasticités, *avec travail positif et travail*

négatif. Ainsi, pour continuer à nous servir des chiffres employés tout à l'heure, si un boudin de caoutchouc est tendu par une charge ayant la valeur 1, à laquelle on ajoute la surcharge 3, qui allonge le caoutchouc comme 3, il se fait un *travail négatif* égal à $4 \times 3 = 12$. Lorsque la surcharge est enlevée et que la charge primitive est ramenée à son point de départ, le *travail positif* exécuté alors est 4 fois moindre, c'est-à-dire $1 \times 3 = 3$. Donc l'échauffement déterminé par le *travail négatif* doit être 4 fois plus fort que le refroidissement provoqué par le *travail positif, exactement comme il arrive avec le muscle en contraction statique.*

» Ajoutons que ce résultat s'annonce à l'avance comme étant incomparablement plus facile à constater avec le caoutchouc qu'avec le muscle. Le premier, en effet, est à la température ambiante au moment où on lui fait faire son travail, positif ou négatif, par allègement ou restitution de la charge. C'est une excellente condition pour constater les plus légères différences introduites par le travail mécanique dans la température du caoutchouc. Le muscle en état de contraction statique, au contraire, se trouve déjà échauffé par le travail intérieur, quand le travail extérieur intervient; celui-ci diminue ou accroît cet échauffement : c'est d'une constatation plus difficile, surtout quand on agit sur le muscle isolé mis en état de contraction statique par une brève tétanisation.

» Il est rare, en effet, qu'on reproduise toujours exactement le même échauffement dans deux tétanisations successives. L'appréciation de très faibles différences introduites dans cet échauffement par les travaux mécaniques intercurrents devient ainsi très aléatoire.

» Malgré ces difficultés, les expériences comparatives permettent d'obtenir des résultats assez nets pour montrer que, *dans le muscle en contraction statique, comme dans le boudin de caoutchouc, le travail positif* « *prend* » *de la chaleur au tissu qui en est l'agent et que le travail négatif en* « *donne* », *au contraire, à ce tissu.* »

M. A. **Chauveau** fait hommage à l'Académie d'une brochure contenant un court Mémoire tiré des *Archives de Physiologie normale et pathologique* (janvier 1897) : *Critique des expériences de Hirn sur la Thermodynamique et le travail chez les êtres vivants. Comment elles auraient dû être instituées pour aboutir à des conclusions exactes sur la valeur de l'énergie que le travail mécanique* « *prend* » *ou* « *donne* » *aux muscles, suivant qu'il est positif ou négatif.*

THERMODYNAMIQUE. — *Sur les relations exprimant que les divers coefficients considérés en Thermodynamique satisfont à la loi des états correspondants.* Note de M. **E.-H. Amagat.**

« Lorsque deux substances satisfont à la loi des états correspondants, de telle sorte que leurs réseaux puissent être rendus superposables, leurs divers coefficients (coefficients de dilatation, de compressibilité, chaleurs latentes de vaporisation, etc.) satisfont aussi à certaines relations de correspondance qui constituent des formes très intéressantes de la loi; plusieurs de ces relations ont été établies par Van der Waals ou par d'autres savants, et l'on peut se proposer d'en établir bien d'autres encore.

» I. Je rappellerai d'abord que l'équation de Van der Waals et, en général, toute caractéristique ayant même nombre de coefficients que de variables, possède une infinité de réduites; on peut prendre pour unités non seulement les quantités critiques, mais encore celles de points correspondants quelconques; c'est ce qu'ont montré, sous des formes différentes, M. P. Curie et M. Meslin.

» Il est facile de déduire ce résultat du fait de la coïncidence des réseaux, d'une façon purement géométrique et sans se préoccuper d'aucune forme de l'équation caractéristique.

» Considérons, en effet, les réseaux R et R′ de deux substances, rapportés aux coordonnées p et v. Si ces réseaux peuvent être amenés à la coïncidence pour des réductions de R rendant, par exemple, les abscisses m fois et les ordonnées n fois plus petites, et des réductions de R′ rendant les abscisses m' fois et les ordonnées n' fois plus petites, cela voudra dire qu'on a pris pour unités l'abscisse de valeur m et l'ordonnée de valeur n d'un certain point A du réseau R, l'abscisse m' et l'ordonnée n' d'un point A′ du réseau R′.

» Pendant la coïncidence, les points A et A′ sont superposés, et il en est de même de deux autres points B et B′, dont les abscisses étaient Km et Km', et les ordonnées Hn et Hn' avant la réduction des réseaux, car ces deux points ont actuellement même abscisse K et même ordonnée H.

» Or si, au lieu de prendre pour unités les coordonnées m, n, m', n' de A et A′, on eût pris les coordonnées Km, Km', Hn, Hn' de B et B′, les réseaux eussent simplement été contractés K fois plus dans le sens des abscisses et H fois plus dans le sens des ordonnées; on eût donc encore obtenu une coïncidence.

» On peut donc arriver à la coïncidence en prenant pour unités les coordonnées de deux points correspondants quelconques.

» Il résulte de là que, si l'on prend dans le réseau R deux points quelconques (p, v), (p_1, v_1) et dans le réseau R′ deux points correspondants

(p', v'), (p'_1, v'_1), on aura

$$(1)\qquad \frac{p}{p_1} = \frac{p'}{p'_1} \quad \text{et} \quad \frac{v}{v_1} = \frac{v'}{v'_1}.$$

D'autre part, d'après le théorème que j'ai généralisé (Note du 13 juillet 1896), en m'appuyant seulement sur le fait de coïncidence des réseaux, on peut écrire

$$(2)\qquad \frac{pv}{T} = k\frac{p'v'}{T'}, \qquad \frac{p_1 v_1}{T_1} = k\frac{p'_1 v'_1}{T'_1};$$

k étant un facteur qui devient égal à l'unité, si les réseaux sont pour chaque corps rapportés aux poids moléculaires. Des relations (1) et (2), on tire facilement

$$(3)\qquad \frac{T}{T_1} = \frac{T'}{T'_1}.$$

» II. Les coefficients, dont nous avons à nous occuper, sont des fonctions homogènes des variables p, v, t.

» Soient

$$p^m \quad v^n \quad t^s$$

les dimensions d'un de ces coefficients, C et C′ les valeurs qu'il a en deux points correspondants (p, v), (p', v') des réseaux de deux substances susceptibles d'être amenés à la coïncidence par un choix convenable d'unités, nous aurons

$$C = f(p, v, t), \qquad C' = f(p', v', t').$$

La fonction f étant homogène, on peut écrire

$$f\left(\frac{p}{p_1}, \frac{v}{v_1}, \frac{t}{t_1}\right) = \frac{f(p, v, t)}{p_1^m v_1^n t_1^s} = \frac{C}{p_1^m v_1^n t_1^s},$$
$$f\left(\frac{p'}{p'_1}, \frac{v'}{v'_1}, \frac{t'}{t'_1}\right) = \frac{f(p', v', t')}{p_1'^m v_1'^n t_1'^s} = \frac{C'}{p_1'^m v_1'^n t_1'^s}.$$

» Par suite, si (p_1, v_1, t_1), (p'_1, v'_1, t'_1) sont deux points correspondants, on pourra, en tenant compte des relations (1) et (3), écrire

$$(4)\qquad \frac{C}{C'} = \frac{p_1^m v_1^n t_1^s}{p_1'^m v_1'^n t_1'^s}.$$

» D'autre part, si C_1 et C'_1 sont les valeurs du même coefficient aux deux points correspondants (p_1, v_1, t_1), (p'_1, v'_1, t'_1), nous aurons, puisque

la fonction f est homogène :

$$C_1 = f(p_1, v_1, t_1) = f(p, v, t)\left(\frac{p_1}{p}\right)^m \left(\frac{v_1}{v}\right)^n \left(\frac{t_1}{t}\right)^s,$$

$$C'_1 = f(p'_1, v'_1, t'_1) = f(p', v', t')\left(\frac{p'_1}{p_1}\right)^m \left(\frac{v'_1}{v_1}\right)^n \left(\frac{t'_1}{t_1}\right)^s,$$

et, par suite, en tenant compte des relations (1) et (3) :

$$(5) \qquad \frac{C_1}{C'_1} = \frac{f(p, v, t)}{f(p', v', t')} = \frac{C}{C'}.$$

» Cette relation, comme on le voit, est tout à fait analogue à celles qui existent relativement aux mêmes points des deux réseaux pour les pressions, les volumes et les températures, c'est-à-dire aux relations (1) et (3).

» En groupant les relations (4) et (5) et en tenant compte de ce que les points (p_1, v_1, t_1) et (p'_1, v'_1, t'_1) étant des points correspondants quelconques peuvent être les points (p, v, t) et (p', v', t') eux-mêmes, on aura finalement les relations

$$(6) \qquad \frac{C}{C'} = \frac{C_1}{C'_1} = \frac{p_1^m v_1^n t_1^s}{p_1'^m v_1'^n t_1'^s} = \frac{p^m v^n t^s}{p'^m v'^n t'^s}.$$

» En y joignant les relations (2) sous la forme

$$(7) \qquad \frac{pv}{T} = \frac{p'v'}{T'}, \qquad \frac{p_1 v_1}{T_1} = \frac{p'_1 v'_1}{T_1},$$

les égalités (6) et (7) permettront d'écrire, de suite, toutes les formes des relations exprimant qu'un coefficient quelconque C satisfait à la loi des états correspondants, les volumes se rapportant aux poids moléculaires.

» III. *Exemples.* — Soit la chaleur latente moléculaire de vaporisation

$$\lambda M = A\,T(u' - u)\frac{dp}{dt},$$

dont les dimensions sont p, v (v étant rapporté au poids moléculaire). On écrira de suite

$$\frac{M\lambda}{M'\lambda'} = \frac{M\lambda_1}{M'\lambda'_1} = \frac{p_1 v_1}{p'_1 v'_1} = \frac{pv}{p'v'} = \frac{T_1}{T'_1} = \frac{T}{T'}.$$

» En particulier, les deux relations

$$\frac{M\lambda}{M'\lambda'} = \frac{T_1}{T'_1} \quad \text{et} \quad \frac{M\lambda}{M'\lambda'} = \frac{T}{T'}$$

sont : la première celle qui a été donnée par Van der Waals (T_1 et T'_1 se

rapportant aux points critiques), la seconde celle à laquelle a été conduit, par une voie différente, M. Darzens dans un récent travail.

» On écrira de suite : pour le coefficient de compressibilité α sous pression constante

$$\frac{\alpha}{\alpha'} = \frac{\alpha_1}{\alpha'_1} = \frac{T'_1}{T_1} = \frac{T'}{T} = \frac{p'_1 v'_1}{p_1 v_1} = \frac{p' v'}{p v};$$

pour le coefficient de compressibilité cubique μ

$$\frac{\mu}{\mu'} = \frac{\mu_1}{\mu'_1} = \frac{p'_1}{p_1} = \frac{p'}{p} = \frac{T_1 v'_1}{T'_1 v_1} = \frac{T v'}{T' v}.$$

» Van der Waals a donné, pour ces deux coefficients, les relations

$$\frac{\alpha}{\alpha'} = \frac{T'_1}{T'} \quad \text{et} \quad \frac{\mu}{\mu'} = \frac{p'_1}{p_1},$$

T'_1, T', p'_1 et p_1 se rapportant aux points critiques.

» Le coefficient de dilatation sous volume constant β, qui a la même dimension T^{-1} que α, donne les mêmes relations que ce dernier; il en résulte qu'on a également la relation

$$\frac{\alpha}{\alpha'} = \frac{\beta}{\beta'}.$$

» Le coefficient angulaire des isothermes (ε) conduit de suite à

$$\frac{\varepsilon}{\varepsilon'} = \frac{\varepsilon_1}{\varepsilon'_1} = \frac{v_1}{v'_1} = \frac{v}{v'} = \frac{p' T}{p T'} = \frac{p'_1 T_1}{p_1 T_1} \cdots$$

On traiterait de même la différence $(C - c)$ des deux chaleurs spécifiques, qui a pour dimensions $\frac{pv}{T}$, les pressions intérieures, etc.

» Les relations relatives aux volumes spécifiques des liquides et des vapeurs à saturation ainsi que des tensions maxima, résultent de suite de la superposition des réseaux, qui entraîne la coïncidence des courbes de saturation; elles sont données de suite, comme pour tous les points des réseaux, par les relations (1) et (3).

» IV. Les considérations qui précèdent ne sont évidemment point applicables aux quantités de chaleur ni à leurs variations, puisque celles-ci ne sont point définies en chaque point du réseau par une fonction des variables p, v, t, dq n'étant point différentielle exacte; mais il n'en est plus de même de l'entropie dont les variations sont définies; on conçoit donc que ces variations satisfassent à la loi des états correspondants; c'est, en effet, ce qu'a récemment montré M. Darzens, par des considérations toutes différentes, pour les corps de constitution moléculaire semblable, c'est-à-dire à la condition de former des groupes. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions de prix chargées de juger les concours de 1897.

Le dépouillement des scrutins donne les résultats suivants :

Prix Francœur. — MM. Darboux, Hermite, J. Bertrand, Poincaré, Picard.

Prix Poncelet. — MM. Hermite, J. Bertrand, Darboux, Poincaré, Sarrau.

Prix extraordinaire de six mille francs. — MM. de Bussy, Guyou, de Jonquières, Sarrau, Bouquet de la Grye.

Prix Montyon (Mécanique). — MM. Maurice Lévy, Boussinesq, Sarrau, Léauté, Sebert.

Prix Plumey. — MM. de Bussy, Sarrau, Guyou, Maurice Lévy, Marcel Deprez.

Prix Lalande (Astronomie). — MM. Faye, Wolf, Lœwy, Callandreau, Janssen.

Prix Valz (Astronomie). — MM. Lœwy, Faye, Callandreau, Wolf, Janssen.

Prix La Caze (Physique). — MM. Bertrand, Berthelot, Cailletet sont adjoints aux Membres de la Section de Physique.

Prix Montyon (Statistique). — MM. Haton de la Goupillière, de Jonquières, J. Bertrand, de Freycinet, Rouché.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. D.-A. Casalonga adresse une Note « Sur la formation et le sens de la rotation des planètes ».

(Commissaires : MM. Faye, Wolf.)

M. Chalamand adresse un Mémoire relatif à diverses questions d'Électricité.

(Commissaires : MM. Lippmann, Violle.)

M. C. Mestre adresse une Note « Sur l'emploi de l'acide carbonique dans le soutirage des vins cassés. »

(Commissaires : MM. Schlœsing, Arm. Gautier, Duclaux.)

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un Volume de M. *Adolphe Minet* sur « l'aluminium et ses alliages », faisant suite à un premier Volume où l'auteur avait traité l'électrométallurgie de l'aluminium.

2° Un Volume de M. *C. de Perrodil* intitulé « Le carbure de calcium et l'acétylène; les fours électriques ». (Présenté par M. Moissan.)

GÉOMÉTRIE. — *Sur les systèmes de surfaces orthogonales et isothermes.* Note de M. A. Pellet.

« Soit $H^2\,d\rho^2 + H_1^2\,d\rho_1^2 + H_2^2\,d\rho_2^2$ le carré de l'élément linéaire de l'espace, rapporté à trois familles de surfaces de paramètres ρ, ρ_1, ρ_2, se coupant orthogonalement.

» Prenons pour axes de coordonnées les normales aux surfaces qui passent par le point (ρ, ρ_1, ρ_2). La surface ρ_2 a pour équation

$$z = \frac{1}{2H_2}\left(\frac{H'\rho_2}{H}x^2 + \frac{H'_1\rho_2}{H_1}y_2\right) + \frac{1}{6}\left[\frac{x^3}{H}\frac{\partial}{\partial\rho}\frac{H'\rho_2}{HH_2} + 3\frac{x^2y}{H_1}\frac{\partial}{\partial\rho_1}\frac{H'\rho_2}{HH_2} + 3\frac{xy^2}{H}\frac{\partial}{\partial\rho}\frac{H'_1\rho_2}{H_1H_2} + \frac{y^3}{H_1}\frac{\partial}{\partial\rho_1}\frac{H'_1\rho_2}{H_1H_2}\right] + \ldots,$$

en remarquant que les courbures principales de cette surface sont les courbures géodésiques de ses lignes de courbure sur les surfaces ρ_1 et ρ

(voir ma Note du 1[er] mars 1897). Pour les valeurs

$$H^2 = (f - f_1)(f_2 - f),$$
$$H_1^2 = (f - f_1)(f_1 - f_2),$$
$$H_2^2 = (f_2 - f)(f_1 - f_2),$$

f étant une fonction de la seule variable ρ, f_1 de ρ_1 et f_2 de ρ_2, cette expression de z devient

$$z = \frac{f_2'}{4H_2}\left(\frac{x^2}{f_2 - f} - \frac{y^2}{f_1 - f_2}\right) + \frac{f_2'}{8\sqrt{HH_1H_2}}\left(\frac{x^2}{f_2 - f} - \frac{y^2}{f_1 - f_2}\right)\left[\frac{xf'}{(f_2 - f)^{\frac{3}{2}}} - \frac{yf_1'}{(f_1 - f_2)^{\frac{3}{2}}}\right] + \ldots$$

» Il en résulte que les surfaces sont du second degré et homofocales, et la forme des fonctions f, f_1, f_2 est déterminée.

» Si les familles de surfaces sont isothermes, les fonctions H, H_1, H_2 ont respectivement pour valeurs Q_1Q_2, Q_2Q, QQ_1, Q étant indépendant de ρ, Q_1 de ρ_1 et Q_2 de ρ_2 (Lamé, *Leçons sur les coordonnées curvilignes*, V[e] Leçon). Les fonctions Q satisfont à deux groupes de trois équations. Les équations du premier groupe se déduisent de la suivante par permutation des indices 0 et 2, 0 et 1 :

$$Q\frac{\partial Q_2}{\partial \rho_1}\frac{\partial Q_1}{\partial \rho_2} = Q_1\frac{\partial Q_2}{\partial \rho_1}\frac{\partial Q}{\partial \rho_2} + Q_2\frac{\partial Q_1}{\partial \rho_2}\frac{\partial Q}{\partial \rho_2};$$

pour simplifier, on n'a pas écrit l'indice 0. De ces trois équations, on en déduit trois autres du type

$$\frac{\partial^2 l.Q}{\partial \rho_1 \partial \rho_2} = k\frac{\partial l.Q}{\partial \rho_1}\frac{\partial l.Q}{\partial \rho_2},$$

k étant une constante. D'où résulte, pour le système intégral des équations du premier groupe,

$$Q = (f_1 - f_2)^k, \qquad Q_1 = (f_2 - f)^k, \qquad Q_2 = (f - f_1)^k,$$

f ne dépendant que de ρ, f_1 de ρ_1 et f_2 de ρ_2.

» Les équations du second groupe sont du type

$$\frac{\partial}{\partial \rho_1}\left(\frac{Q_1}{Q_2Q}\frac{\partial Q_2}{\partial \rho_1}\right) + \frac{\partial}{\partial \rho}\left(\frac{Q}{Q_1Q_2}\frac{\partial Q_2}{\partial \rho}\right) + \frac{Q_2^2}{Q^2Q_1^2}\frac{\partial Q}{\partial \rho_2}\frac{\partial Q_1}{\partial \rho_2} = 0.$$

» En y substituant aux Q les valeurs précédentes, on obtient trois équa-

tions du premier degré par rapport aux dérivées secondes des fonctions f, f_1, f_2, qui ne sont compatibles que si la quantité

$$(2k-1)[(f_2-f)^{2k+2}f_1'^2+(f_1-f_2)^{2k+2}f'^2+(f-f_1)^{2k+2}f_2'^2]$$

est nulle; d'où

$$k=\tfrac{1}{2},$$

et, d'après ce qui a été dit au début, les surfaces sont du second degré et homofocales (théorème de Lamé). La condition $k=\frac{1}{2}$ équivaut à la relation, établie par Bonnet, entre les courbures principales des surfaces (*Journal de l'École Polytechnique*, XXXe Cahier; 1845). »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la méthode des approximations successives de M.* Picard. Note de M. S. **Zaremba**, présentée par M. E. Picard.

« L'extension de la méthode des approximations successives de M. Picard (*Journal de Liouville*, 4e série, t. VI) aux équations aux dérivées partielles à trois variables indépendantes pouvant se mettre sous la forme

$$\frac{\partial^2\varphi}{\partial x^2}+\frac{\partial^2\varphi}{\partial y^2}+\frac{\partial^2\varphi}{\partial z^2}=f\left(x,y,z,\frac{\partial\varphi}{\partial x},\frac{\partial\varphi}{\partial y},\frac{\partial\varphi}{\partial z},\varphi\right)$$

dépend de trois théorèmes que l'on peut énoncer ainsi ([1]) :

» Soit $G(x,y,z,\xi,\eta,\zeta)$ la fonction de Green relative à une surface fermée (S). Posons

$$\rho=(x-\xi)^2+(y-\eta)^2+(z-\zeta)^2$$

et

$$G(x,y,z,\xi,\eta,\zeta)=\frac{1}{\rho}-v.$$

» 1° On a, en désignant par Dv la dérivée première de la fonction v prise par rapport à l'une des variables x, y ou z,

$$|Dv|<\frac{A}{\rho^2},$$

A étant une constante positive dépendant uniquement de la nature de la

([1]) Je me suis déjà occupé de cette extension dans le *Bulletin de la Société mathématique* (1896), où j'ai indiqué le premier des théorèmes qui suivent; voir aussi au sujet de cette extension un travail de M. Picard (*Journal de Mathématiques*, 1896).

surface (S) et ne croissant pas indéfiniment lorsque l'étendue de cette surface décroît indéfiniment suivant une loi convenable.

» 2° Si l'on désigne par $D_2 v$ une des dérivées secondes de la fonction v, prise par rapport aux variables x, y et z, on aura

$$|D_2 v| < \frac{B}{\rho^2},$$

la constante B jouissant des propriétés analogues à celles dont jouit la constante A.

» 3° L'intégrale

$$\iiint D_2 v \, d\xi \, d\eta \, d\zeta,$$

étendue à tout le domaine limité par la surface (S) ne dépasse jamais en valeur absolue une constante positive C dépendant uniquement de la nature de la surface (S).

» J'ai déjà eu l'occasion de démontrer le premier de ces trois théorèmes dans un article rappelé plus haut, mais je me suis borné alors au cas d'une surface convexe.

» Je me suis assuré depuis que l'on peut aisément établir chacun des théorèmes précédents, en supposant seulement que la surface (S) admette en chacun de ses points un plan tangent déterminé, qu'elle soit simplement connexe et qu'elle jouisse, en outre, de la propriété suivante : prenons pour origine des coordonnées un point quelconque O situé sur la surface (S) et pour axe des z la normale en O, et soit

$$z = F(x, y)$$

l'équation de la surface dans le voisinage du point O; nous supposerons que la fonction $F(x, y)$ admet les dérivées finies et déterminées jusqu'au troisième ordre inclusivement pour toutes les valeurs de x et y satisfaisant à l'inégalité

$$x^2 + y^2 < \delta^2,$$

la longueur δ étant indépendante de la position du point O sur la surface (S).

» La démonstration des théorèmes qui nous occupent repose sur ce fait, que la fonction v, regardée comme fonction des trois variables x, y et z peut être considérée comme le potentiel d'une couche simple répandue sur la surface (S). Envisagée ainsi, la fonction v existe dans tout l'espace et

elle est égale à $\frac{1}{\rho}$ à l'extérieur de la surface (S). On peut déduire de là que la densité de la couche donnant naissance au potentiel v admet des dérivées premières sur la surface (S) et arriver ensuite au but en dirigeant convenablement la comparaison des dérivées du potentiel v à l'intérieur de la surface S avec les dérivées de la même fonction à l'extérieur de cette surface. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la décharge par étincelle et le fonctionnement de l'excitateur de Hertz.* Note de M. **Swyngedauw**, présentée par M. Lippmann.

« La résistance de l'étincelle, si elle peut être considérée comme une résistance de corps mauvais conducteur, dépend de la longueur, la section, la température (dont elle est fonction décroissante) et de la nature du conducteur lumineux qui constitue l'étincelle.

» Dans la décharge d'un condensateur dans un circuit métallique déterminé interrompu par une étincelle, pour que la résistance totale du circuit atteigne la valeur critique au-dessous de laquelle les oscillations deviennent possibles, il faudra dépenser une quantité d'énergie w bien déterminée pour échauffer l'étincelle à la température θ qui correspond à cette résistance critique.

» Cette quantité w peut être supérieure ou inférieure à l'énergie potentielle initiale W du condensateur.

» Si $w < W$, les oscillations sont possibles; si $w > W$, les oscillations sont impossibles, W étant donné par la relation $W = \frac{1}{2}CV^2$, où C est la capacité du condensateur, V le potentiel auquel on l'a chargé.

» Si on laisse V constant et que l'on diminue, d'une façon continue, la capacité du condensateur, il arrive un moment où W sera inférieur à w, de sorte que *la décharge d'un condensateur oscillatoire, pour les grandes capacités, deviendra continue pour des capacités suffisamment faibles;* c'est une conséquence contraire à celle que l'on déduit de la théorie de Thomson, où l'on suppose la résistance constante.

» L'excitateur de Hertz est un condensateur de faible capacité; les considérations précédentes lui sont applicables.

» Une décharge isolée de l'excitateur de Hertz ne présente pas de caractère oscillatoire. Pour que les décharges du vibrateur exercent une action

sensible sur un résonateur, il faut qu'elles se succèdent avec une certaine fréquence et que l'appareil soit en activité depuis un certain temps. Ces faits se conçoivent très bien si l'on admet que la température de l'étincelle doit dépasser une certaine valeur θ pour que les oscillations soient possibles.

» Cette température θ, qui n'est pas atteinte dans une décharge isolée où la température initiale de l'étincelle est la température ordinaire, pourra être dépassée si l'appareil fonctionne avec une fréquence et depuis un temps suffisants pour que la température initiale de l'étincelle dépasse la température ordinaire d'une quantité telle que, dans chaque décharge, l'étincelle atteigne une température supérieure à θ (1).

» On s'explique de la même façon certaines expériences dans lesquelles on fait perdre à la décharge de l'excitateur le caractère oscillatoire en recouvrant les pôles d'une mince couche d'eau (2), ou en allongeant la distance explosive sous l'action de la lumière ultra-violette (3), ou en prenant pour pôles des surfaces à trop forte courbure (4), ce qui revient en somme à augmenter w sans augmenter dans la même proportion W.

» Supposons maintenant l'excitateur de Hertz placé et excité dans des conditions telles que sa décharge soit oscillatoire. Quelle est la nature de ces oscillations?

» Si l'on se rappelle qu'une décharge isolée de l'excitateur de Hertz ne présente pas de caractère oscillatoire, il est probable que, même avec un excitateur fonctionnant très bien, la résistance totale du circuit du vibrateur ne tombe au-dessous de la résistance critique qui permet les oscillations qu'après la dépense d'une fraction assez notable de l'énergie de chaque décharge.

» Désignons par R_c la résistance critique définie par la relation

$$\frac{1}{LC} - \frac{R^2}{4L^2} = 0,$$

où R, L, C sont la résistance, la self-induction et la capacité du vibrateur;

---

(1) Hertz expliquait le fonctionnement de son excitateur par des raisonnements analogues (*Ausbreitung electrischer Kraft*, p. 42), mais il attribuait un rôle plus considérable à la bobine de Ruhmkorff.

(2) Töplers, *Wied. Ann.*, t. XLVI, p. 465.

(3) E. Wiedemann et Ebert, *Wied. Ann.*, t. XLIX, p. 13.

(4) Hertz, *Wied. Ann.*, t. XXXI, p. 421, et *Ausbreitung electrischer Kraft*, p. 35.

soit R_n la résistance au-dessous de laquelle le terme $\frac{R^2}{4L^2}$ est négligeable devant $\frac{1}{LC}$.

» Pendant que la résistance passe de la valeur R_c à la valeur R_n, la période d'oscillation (¹), définie par la relation $T = \frac{\pi}{\sqrt{\frac{1}{LC} - \frac{R^2}{4L^2}}}$, passe d'une valeur infinie à la valeur normale $T = \pi\sqrt{LC}$.

» Il est probable que, pendant cette durée, la décharge de l'excitateur a exécuté plusieurs oscillations, en raison même de la faible capacité et de la très petite période d'oscillation T_n du vibrateur.

» Si, dans cette décharge à résistance variable, on appelle *période* la durée qui sépare deux zéros consécutifs de l'intensité, on pourra énoncer ce résultat : *Dans chaque décharge, l'excitateur de Hertz émet successivement des vibrations de périodes décroissantes jusqu'à la période normale* $T_n = \pi\sqrt{LC}$.

» Ces considérations précisent une opinion de MM. Sarasin et de la Rive [2], d'après laquelle l'excitateur émettrait un spectre de vibrations de périodes différentes.

» Ces auteurs avaient émis cette idée pour expliquer la *résonance multiple* et le fonctionnement du résonateur. Depuis, M. H. Poincaré [3] et M. Bjerkness [4] ont donné la théorie de ce phénomène, en supposant que la vibration de l'excitateur a une forme pendulaire très amortie.

» Si certains faits ne cadrent pas entièrement avec cette théorie, c'est que l'hypothèse faite sur le mouvement de l'électricité dans le vibrateur ne correspond pas entièrement à la réalité; les considérations précédentes montrent dans quel sens il faut la généraliser. »

ÉLECTRICITÉ. — *De l'action de l'effluve électrique sur les gaz.* Note de M. Émile Villari, présentée par M. Mascart.

« Lorsque les gaz sont traversés par les rayons X ou par des étincelles électriques, ils acquièrent la propriété de décharger les conducteurs électrisés, peut-être à cause d'une dissociation partielle de leurs molécules.

(¹) Cette formule n'est pas rigoureusement vraie pour les circuits à résistance variable (voir Pétrovich, *Comptes rendus*, p. 452; mars 1897).

(²) *Arch. des Sc. physiques de Genève*, t. XXIII, p. 113.

(³) *Électricité et Optique*, Carré, éditeur, 1891.

(⁴) *Wied. Ann.*, t. XLIV, p. 75.

» L'effluve électrique des ozonateurs, qui condense l'oxygène en ozone, ne communique pas cette propriété aux gaz ; et peut-être semble-t-il même, par quelques expériences faites, que l'air ozoné est moins apte que l'air ordinaire à subir l'influence des rayons X.

» Un gaz activé par les rayons ou par les étincelles perd la propriété de décharger les conducteurs, quand on le fait passer par un ozonateur en activité. Cette propriété neutralisante de l'ozonateur ne cesse point en même temps que l'effluve cesse pour lui; mais elle y persiste pour un certain temps, comme une activité *résiduelle*. Elle est sensible sur les gaz activés par les rayons X, même deux heures après que l'effluve a été interrompue dans l'ozonateur ; sur les gaz activés par les étincelles, cette vertu résiduelle persiste jusqu'à sept à huit minutes après que l'effluve a cessé.

» La propriété neutralisante de l'ozonateur est due aux charges électriques, que l'effluve accumule sur le verre et qui se dispersent lentement. Ces charges peuvent être observées au moyen des belles figures qui se produisent quand on souffle les poudres électroscopiques sur les faces intérieures d'un ozonateur, fait avec des lames de verre ou mieux encore des feuilles d'ébonite, après qu'il a été chargé par l'effluve.

» La durée de la propriété résiduelle croît, peut-être, jusqu'à une certaine limite avec le nombre des étincelles ou avec la durée de l'effluve qui a chargé l'ozonateur; elle diminue, plus ou moins, soit avec des étincelles contraires à celles de la charge, soit quand on le réchauffe fortement, à l'intérieur ou à l'extérieur, avec une flamme à gaz. Cette activité résiduelle peut se communiquer à un tube de verre, en le chargeant à l'intérieur avec une électrode d'un grand rochet en activité.

» On sait que les gaz qui se dégagent d'une flamme ont la propriété de décharger les corps électrisés. De mes expériences à cet égard, il résulte encore :

» Que les produits de combustion d'une carcel, refroidis par un long réfrigérant, ne perdent qu'en partie la propriété de disperser les charges;

» Que cette propriété est annulée quand l'air brûlé, refroidi ou non, passe par un ozonateur en activité;

» Que la propriété résiduelle de l'ozonateur n'est pas appréciable sur les produits chauds de la combustion, et qu'elle dure peu de secondes sur les produits refroidis;

» Que la propriété neutralisante d'un ozonateur peut être complète sur une petite flamme, et incomplète sur une grande; et que, de plus, cette propriété diminue avec la diminution de l'intensité de l'effluve.

» Les expériences ont été presque toutes faites avec une lampe Carcel, et quelques-unes avec une flamme circulaire à gaz, pourvues de leurs cheminées en verre. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Action des hautes températures sur le peroxyde d'antimoine.* Note de M. H. BAUBIGNY, présentée par M. Troost.

« J'ai montré, dans une précédente Note ([1]), que le produit de la décomposition de l'acide antimonique, par l'action *seule* de la chaleur, était du peroxyde d'antimoine parfaitement stable, si l'on opérait à une température un peu inférieure à celle où fond l'argent. Il me reste à faire voir aujourd'hui que si l'on élève la température, même sans atteindre celle de fusion de l'or, l'acide hypoantimonique se décompose à son tour en oxygène et acide antimonieux volatil.

» Le dispositif adopté étant toujours le même, on fit dans la semelle portant la nacelle deux petits godets, et l'on mit dans l'un du fil d'or et dans l'autre du fil d'argent. Quant à la nacelle, elle renfermait $0^{gr},9647$ de peroxyde d'antimoine Sb^2O^4 d'une opération antérieure, et dont la composition avait été contrôlée par l'analyse sur une prise d'essai.

» Le chauffage fut alors réglé de façon à augmenter progressivement la température jusqu'à faire fondre l'argent, et maintenu dans ces conditions pendant une heure. Il va de soi que la température a pu être et a même été légèrement supérieure à celle de fusion de l'argent, mais en tout cas elle était demeurée nettement inférieure à celle de fusion de l'or, dont le fil témoin était resté inaltéré.

» La pesée donna $0^{gr},957$, soit une perte de $0^{gr},0077$.

» Le produit remis en expérience fut alors porté à une température un peu plus élevée, ce que permet facilement un robinet de réglage pour le débit du gaz. Après une heure de calcination, la pesée accusa cette fois une perte de poids plus forte, puisque l'oxyde s'était réduit à $0^{gr},9141$; d'ailleurs le fil d'or, sans avoir perdu sa forme, était légèrement adhérent à la semelle en terre et sa surface était devenue rugueuse, comme s'il avait subi un suintement.

» Dans un dernier essai, cet oxyde fut enfin soumis à l'action d'une température nettement supérieure à celle de fusion de l'or, constatation facile, grâce au fil témoin. On vit alors le tube se remplir de vapeurs épaisses, et après une heure de ce chauffage énergique la nacelle ne renfermait plus que $0^{gr},0598$ de matière, soit une perte de 93,4 pour 100 par rapport à la pesée précédente. En outre, de chaque côté de la nacelle, le tube, sur sa paroi intérieure, était recouvert d'un amas annulaire de fines

---

([1]) *Comptes rendus,* t. CXXIV, p. 499.

aiguilles cristallines ayant l'aspect des fleurs argentines d'antimoine, tandis que, au delà, sur les parties plus froides, se trouvait une poudre blanche, peu adhérente.

» En utilisant la réaction différentielle donnée par Bunsen ([1]) pour l'acide antimonieux et le peroxyde d'antimoine, il a été facile de reconnaître que le produit distillé était Sb^2O^3. En effet Sb^2O^4 se dissout dans une solution chlorhydrique d'iodure de potassium en mettant de l'iode en liberté, l'acide iodhydrique agissant comme réducteur sur le peroxyde, tandis que l'acide antimonieux se dissout purement et simplement. Or le composé d'antimoine, qui s'est déposé sur le tube, ne donne qu'une quantité très minime d'iode, due à la réoxydation superficielle de l'acide antimonieux, phénomène constant quand on le chauffe à l'air.

» Dans une seconde expérience, pour parer à toute objection, je me suis servi d'une double enveloppe, en disposant le tube dans un autre plus large qui servait de manchon, et où il reposait à l'aide de deux petits tampons d'amiante, pour empêcher tout contact entre eux. De la sorte, l'air pouvait aussi circuler librement dans l'espace annulaire. En outre je me suis mis en garde contre toute imperfection du tube intérieur, où se met la nacelle, en vérifiant qu'il était capable de tenir le vide avant et après l'expérience.

» Le peroxyde d'antimoine et le fil d'or témoin introduits dans l'appareil, on a chauffé assez fort pour faire fondre l'or, les deux extrémités des tubes étant librement ouvertes à l'accès de l'air. Comme j'avais légèrement incliné le système des deux tubes, de façon à y établir un courant d'air pendant la calcination, je vis cette fois sortir d'abondantes fumées blanches et il n'y eut que peu de matière condensée dans les parties froides de l'appareil. Néanmoins, la petite quantité, qui se déposa, permit encore de caractériser le dépôt, grâce à la réaction de Bunsen, comme formé presque totalement par de l'acide antimonieux.

» Quant au peroxyde d'antimoine, il n'en restait plus qu'une fraction minime dans la nacelle; soit $0^{gr},0204$ pour un poids initial de $1^{gr},1075$ Sb^2O^4. La perte avait donc été de 98,2 pour 100, pour une durée de une heure de chauffe environ. Le peroxyde provenait d'une opération précédente.

» En résumé, l'expérience prouve que l'acide antimonique Sb^2O^5 est stable à 357°; qu'à 440° il commence déjà à se décomposer, très lentement toutefois, et même lentement encore au rouge naissant. Ce n'est que vers 750°-800° que l'acide antimonique se transforme assez vite en peroxyde d'antimoine Sb^2O^4, qui lui est stable à cette température. Mais, si l'on chauffe davantage, l'acide hypoantimonique se décompose à son tour, déjà peut-être à la température de fusion de l'argent, mais sûrement en

---

([1]) *Annalen Chem. und Pharm.*, t. CVI, p. 3; 1858.

tous cas un peu au-dessus, et bien avant celle de fusion de l'or, à laquelle la décomposition en oxygène et acide antimonieux volatil devient alors assez rapide.

» Le peroxyde d'antimoine ne saurait donc être considéré comme un corps fixe, puisque l'action seule de la chaleur le décompose. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action du tannin et d'autres dérivés aromatiques sur quelques alcaloïdes et urées composées.* Note de M. **Œchsner de Coninck.**

« Dans une précédente Note, j'ai fait connaître l'action du tannin sec sur quelques alcaloïdes purs ou en solutions aqueuses, et j'ai montré les conditions principales de cette action ([1]). Il me reste à étudier l'action du tannin, sec ou dissous dans l'alcool et dans l'éther, sur les solutions alcooliques éthérées des mêmes alcaloïdes.

» I. J'introduis un peu de tannin sec dans une solution alcoolique de pyridine (alcool absolu, 1^{cc}; pyridine, 1^{cc}) : pas de précipité; le tannin se dissout partiellement. Je remplace le tannin sec par une solution alcoolique et je mélange celle-ci avec la solution alcoolique de pyridine : pas de précipité. Si, à ce mélange, j'ajoute quelques gouttes d'eau distillée, il se produit, au fond du tube à essai, un précipité blanc; si je verse dans la liqueur un excès d'eau distillée, tout précipite en blanc. Cela montre bien le rôle prépondérant de l'eau dans la précipitation par le tannin.

» II. Je répète les mêmes expériences avec une solution alcoolique renfermant les mêmes proportions d'alcool et de pipéridine; le tannin sec ne produit pas de précipité, mais donne une coloration vert-émeraude. La solution alcoolique de tannin donne naissance à un précipité immédiat (ce qui distingue nettement la pyridine et la pipéridine).

» III. Dans une solution éthérée de pyridine (éther, 1^{cc}; pyridine, 1^{cc}), j'introduis un peu de tannin sec; pas de précipité; le tannin se dissout en grande partie. Au lieu de tannin solide, j'ajoute une solution éthérée : pas de précipité; si, alors, j'ajoute de l'eau, le précipité blanc apparaît.

» Je répète l'expérience avec une solution éthérée semblable de pipéridine; le tannin sec ne se dissout que lentement dans cette solution; il n'y a pas de précipité. Dès que l'on ajoute la solution éthérée de tannin, il y a précipitation.

([1]) J'ai dit, dans cette Note, que le mélange de deux solutions aqueuses était nécessaire pour qu'il y eût précipitation. On peut varier le mode opératoire, en versant une solution aqueuse concentrée de tannin dans de la pyridine ou de la pipéridine pures; mais cela revient à mélanger deux solutions : 1° à cause de l'extrême miscibilité de ces deux bases avec l'eau; 2° à cause de leurs propriétés éminemment hygroscopiques.

» IV. J'ai indiqué, dans ma dernière Note, le moyen de distinguer la pyridine d'avec la pipéridine, au moyen d'une solution aqueuse de tannin. On peut différentier ces deux bases encore plus rapidement, avec des solutions aqueuses d'acides-phénols et de phénols.

» *Réaction avec l'acide gallique :* Dans un verre à pied, j'introduis quelques gouttes de pyridine, puis 150^{cc} d'eau distillée, j'agite et je verse quelques gouttes d'une solution concentrée et *fraîchement préparée* d'acide gallique; ni précipité, ni coloration. Dans les mêmes conditions, la pipéridine donne immédiatement une coloration rose pâle, puis rose foncé qui vire au jaune foncé.

» V. *Réaction avec le pyrogallol :* Même mode opératoire que tout à l'heure. Avec la pyridine, rien ou *très légère* coloration jaune, ne se produisant que très lentement. Avec la pipéridine, coloration jaune clair *immédiate*, virant bientôt au jaune foncé, puis au brun foncé et au brun noir.

» VI. *Réaction avec la pyrocatéchine :* Quelques gouttes de pyridine sont additionnées de 50^{cc} d'eau distillée; on laisse tomber quelques parcelles de pyrocatéchine : rien. Avec la pipéridine, coloration d'abord violette, puis rose, qui vire rapidement au jaune.

» VII. *Réaction avec l'hydroquinone :* Avec la pyridine dissoute dans 50^{cc} d'eau, rien ne se fait. Avec la pipéridine, coloration jaune, puis brun foncé.

» La résorcine, la phloroglucine, l'orcine ne produisent rien dans des solutions aqueuses de pyridine et de pipéridine.

» VIII. *Réaction du tannin avec les urées composées:* J'ai expérimenté avec des solutions aqueuses, ou alcooliques, ou éthérées, de benzyl-urée, de diphényl-urée, de phényl-urée, de méthyl-urée, de diphényl-sulfo-urée; le tannin, en solution, n'a produit ni précipités, ni colorations [1] ».

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques dérivés de l'anéthol.* Note de M. GEORGES DARZENS, présentée par M. Grimaux.

« On sait que l'anéthol, principe de l'essence d'anis, contient dans sa molécule une chaîne latérale propylénique; il doit en conséquence donner avec le chlore un produit d'addition, le bichlorure d'anéthol.

» Jusqu'à ces derniers temps les dérivés chlorés d'addition ou de substitution de ce corps étaient fort mal connus. Cahours, en faisant passer un courant de chlore dans l'anéthol, n'était parvenu qu'à obtenir un corps sirupeux qu'il considéra comme de l'anéthol trichloré. D'autre part, Ladenburg, en traitant l'anéthol par le perchlorure de phosphore, avait obtenu un anéthol monochloré bouillant à 258° et fondant vers 6°; mais Landolph, en répétant la même expérience, donne comme point d'ébullition de l'ané-

---

[1] Ces expériences ont été faites dans mon service, à l'Institut de Chimie de la Faculté des Sciences de Montpellier.

thol monochloré 228°-230°. L'action du perchlorure de phosphore est d'ailleurs trop énergique pour qu'on puisse décider de la formule de constitution de ce corps.

» Pour arriver à obtenir tous ces dérivés chlorés, j'ai fait usage, sur le conseil de M. Grimaux, d'une solution de chlore dans le tétrachlorure de carbone. Le chlore est, en effet, très soluble dans ce solvant; à 0°, 100gr de tétrachlorure dissolvent 17gr à 17gr,5 de chlore; à 10° il en dissout environ 13gr; enfin une solution à 10 pour 100 peut se conserver indéfiniment, à la température ordinaire du laboratoire, dans un flacon bien bouché. Ces solutions ont une couleur jaune citron foncé et permettent d'employer le chlore sous une forme diluée et pesé d'avance.

» *Bichlorure d'anéthol.* — Pour obtenir ce produit d'addition, on verse lentement une molécule de chlore Cl^2, dissous dans le tétrachlorure à 0°, dans une solution d'une molécule d'anéthol dans trois fois son poids de tétrachlorure, en ayant soin de refroidir énergiquement le ballon avec de la glace. La solution de chlore se décolore immédiatement et il se dégage à peine des traces d'acide chlorhydrique. On distille ensuite le tétrachlorure dans le vide et au bain-marie.

» Le bichlorure d'anéthol, ainsi préparé, se présente sous l'aspect d'un liquide mobile, de couleur ambrée, s'épaississant par le froid obtenu au moyen du chlorure de méthyle, non distillable sans décomposition, même dans le vide. Les dosages de chlore m'ayant toujours donné des chiffres un peu forts (probablement à cause de CCl^4 que la distillation dans le vide n'enlève pas complètement), j'en ai fixé la composition par l'étude de ses dérivés.

» *Anéthol monochloré.* — Lorsqu'on distille le bichlorure d'anéthol dans le vide, il se scinde nettement en acide chlorhydrique et anéthol monochloré. Il suffit de laver le produit de la distillation avec une solution de soude caustique à 1 pour 100 pour avoir, après rectification au thermomètre, l'anéthol monochloré pur. Ce corps distille sans décomposition à 258° à la pression normale; il se solidifie à 0° et fond vers 6°; son odeur rappelle celle de l'essence d'anis; sa densité à 0° est de 1,1350.

» (Dosage du chlore, Cl pour 100 : calculé 19,4; trouvé 18,9.) Les constantes de ce corps l'identifient avec le dérivé monochloré obtenu par Ladenburg. Sa préparation montre de plus que le chlore se trouve dans la chaîne propylénique, et non dans le noyau; il doit donc avoir pour formule C^6H^4, OCH^3, C^3H^4Cl (1,4).

» *Bichlorure d'anéthol chloré.* — J'ai obtenu ce dérivé en traitant l'anéthol monochloré par une solution de chlore dans le tétrachlorure; en abandonnant le produit dans une capsule à la température ordinaire, le solvant s'évapore et, au bout d'un certain temps, le produit cristallise; on le place alors sur de la porcelaine dégourdie, puis on le purifie en le reprenant par l'éther. Ce corps se présente sous l'aspect de petits cristaux blancs, fondant à 35°, solubles dans tous les solvants organiques. Placé à l'étuve à 100°, il dégage une faible odeur d'anis.

» (Dosage du chlore, Cl pour 100 : calculé 42,0; trouvé 41,3). La production de ce corps montre bien la fonction éthylénique de l'anéthol monochloré.

» *Bibromure d'anéthol monochloré.* — Ce corps, obtenu par l'action du brome en solution dans le tétrachlorure de carbone, se présente sous l'aspect de petits cristaux blancs, fondant à 45°. (Dosage, AgCl + AgBr : calculé 151,6 pour 100; trouvé 150,3 pour 100.)

» En terminant ce travail sur les dérivés chlorés de l'anéthol, je veux faire remarquer que la substitution du chlore à l'hydrogène dans la chaîne latérale ne modifie pas l'odeur de l'anéthol, odeur qu'il est impossible d'attribuer à des traces d'anéthol, car ce corps ne pourrait pas subsister en présence de l'acide chlorhydrique qui se dégage pendant la préparation de l'anéthol monochloré.

» Je désire faire remarquer également tous les avantages que le laboratoire pourra tirer de la solution de chlore dans le tétrachlorure de carbone. Cette solution est en effet inaltérable, non oxydante comme l'eau de chlore ; de plus, le tétrachlorure a la propriété de dissoudre presque tous les corps organiques. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *De la fixation de l'iode par les amidons de blé et de riz.* Note de M. G. **Rouvier**.

« Dans une précédente Communication [1], j'ai montré que, si l'on traite l'eau amidonnée obtenue soit avec l'amidon de blé, soit avec l'amidon de riz, par de l'iode en excès, mais en quantité insuffisante pour donner naissance au composé $(C^6H^{10}O^5)^{16}I^5$, la quantité d'iode fixée va en croissant en même temps que la quantité d'iode ajoutée. Les résultats numériques que j'ai obtenus, et dont une série a été insérée aux *Comptes rendus* dans la Communication indiquée plus haut, peuvent recevoir une interprétation qui n'est peut-être pas dépourvue de tout intérêt.

» Admettons, pour un instant, que, dans les conditions indiquées, il se forme successivement les composés $(C^6H^{10}O^5)^{16}I^3$ et $(C^6H^{10}O^5)^{16}I^4$, intermédiaires entre le composé qui se forme en présence d'un excès d'amidon $(C^6H^{10}O^5)^{16}I^2$ [2] et celui qui se forme en présence d'un très grand excès d'iode $(C^6H^{10}O^5)^{16}I^5$ [3]. Admettons, de plus, que chacun de ces composés ait la propriété de dissoudre une certaine quantité d'iode. Cette quantité

(1) *Comptes rendus*, t. CXVIII, p. 743.
(2) *Comptes rendus*, t. CXIV, p. 1366.
(3) *Comptes rendus*, t. CXVII, p. 461.

d'iode obéira très probablement à la loi de MM. Berthelot et Jungfleisch, relative au partage d'un corps dissous entre deux dissolvants non miscibles; c'est-à-dire que le poids d'iode ainsi dissous, les autres circonstances restant les mêmes, devra être proportionnel à la concentration en iode du liquide surnageant. On pourra, au moyen d'une expérience déterminée, calculer le coefficient de partage correspondant soit au composé $(C^6H^{10}O^5)^{16}I^3$, soit au composé $(C^6H^{10}O^5)^{16}I^4$. Ce coefficient, une fois connu, permettra de calculer le poids d'iode total qui aura dû être fixé dans une autre expérience, et l'on comparera le nombre ainsi calculé au nombre trouvé expérimentalement. Or, il arrive que ces deux nombres sont toujours très peu différents l'un de l'autre. Je donne ci-dessous, à titre d'exemple, le Tableau obtenu au moyen des résultats déjà insérés aux *Comptes rendus*.

» Les n°s 2 et 6, qui n'ont pas de correspondants dans le Tableau actuel, sont ceux qui ont servi à calculer les coefficients de partage. Quant au n° 1, la teneur centésimale en iode est inférieure à celle qui correspond au composé $(C^6H^{10}O^5)^{16}I^3$:

	Calculé.	Trouvé.
	mg	mg
N° 3	8,4	8,4
N° 4	9,2	9,1
N° 5	9,7	9,6
N° 7	10,4	10,5

» L'hypothèse que nous avons faite en commençant paraît donc bien se vérifier. En présence d'un excès d'iode insuffisant pour donner naissance au composé $(C^6H^{10}O^5)^{16}I^5$, il doit y avoir superposition de deux phénomènes. D'une part, fixation de l'iode sur l'amidon en proportion définie; d'autre part, fixation de l'iode à l'état dissous. Ce fait n'a d'ailleurs rien d'anormal. Un phénomène analogue a été constaté par MM. Troost et Hautefeuille, dans leurs recherches sur l'absorption de l'hydrogène par le potassium, le sodium et le palladium. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *De la solubilité de la matière colorante rouge du raisin et de la stérilisation des moûts de fruits.* Note de M. **A. Rosenstiehl**, présentée par M. Duclaux.

« On sait que la matière colorante rouge du raisin est contenue dans la pellicule du fruit, et que le jus lui-même est incolore, du moins dans la plupart des cépages; mais on retrouve plus tard la matière colorante dans

le liquide fermenté, et l'on admet qu'elle est entrée en dissolution à la faveur de l'alcool formé pendant l'acte de la fermentation.

» I. L'expérience suivante contredit cette interprétation; elle montre que la matière colorante rouge, contenue dans la pellicule du raisin, est soluble dans le jus du fruit sans l'intervention de l'alcool.

» Du raisin est écrasé, et le tout, pulpe, pellicule et jus, est chauffé au bain-marie entre 45° et 70° C. Sous l'influence de la chaleur, le jus se colore en rouge, et la pellicule se décolore.

» La rapidité de la dissolution varie avec la température; à 45°-50° C., il faut de dix à vingt-quatre heures; à 70° C., quatre à cinq heures suffisent. Mais, à cette température déjà, la couleur rouge du moût commence à s'altérer.

» II. La même expérience réussit avec d'autres fruits à enveloppe rouge et à jus incolore : tels sont les fraises, les cerises rouges, les prunes et même les pêches et les abricots qui, comme on le sait, ne possèdent de coloration que sur la portion du fruit exposée au soleil.

» III. Ces matières colorantes sont très fragiles. Non seulement la chaleur les altère, mais le contact des métaux généralement peu attaquables aux acides, tels que l'étain, le bronze, le laiton, leur est funeste : elles sont décolorées. Le cuivre est celui des métaux usuels qui paraît avoir le moins d'action. Mais l'agent de décoloration le plus redoutable est l'air atmosphérique : sous son influence, la matière colorante devient insoluble, même en présence d'alcool; c'est ce qui ressort nettement de l'expérience suivante :

» Un flacon est rempli de grains entiers de raisin noir, puis fermé hermétiquement et chauffé plusieurs fois à 50° C. Il n'y a d'air en présence que celui qui occupe l'intervalle des grains.

» Le contenu du flacon est ensuite écrasé et ensemencé avec une levure : on constate que le liquide fermenté n'est pas coloré en rouge. Sous l'action de l'air, à une température peu élevée pourtant, la matière colorante contenue dans la pellicule du raisin est devenue insoluble dans l'eau et dans l'alcool.

» Le liquide fermenté possède, en outre, un goût déplaisant.

» IV. L'exclusion de l'air est donc indispensable pour la conservation de la matière colorante rouge du raisin et des fruits.

» Quand on la réalise, elle produit encore un autre effet remarquable. Contrairement à ce qui arrive quand on chauffe un fruit, les moûts préservés du contact de l'air gardent le goût agréable du raisin frais. Cette observation s'applique également à d'autres fruits, qui servent à faire des boissons fermentées, les pommes entre autres. On peut les chauffer long-

temps et souvent de 45° C. à 50° C. sans qu'ils subissent cette altération connue sous le nom de *goût de cuit*.

» V. Ces chauffages répétés, empruntés à la méthode de Tyndall, entraînent la stérilisation des moûts, quoiqu'ils soient faits à une température relativement basse (de 45° à 50° C.), et jusqu'à présent inusitée, même en Bactériologie.

» Sous l'influence du milieu acide, du gaz carbonique et des variations de température, les ferments sont tués, et les germes de moisissures et de bactéries, qui survivent à ces traitements, sont tout au moins mis dans l'impossibilité de nuire.

» De fait, les moûts de raisin, saturés d'acide carbonique, même quand ils n'ont été chauffés que trois fois à 50° C., se conservent sans altération.

» VI. Ils se conservent non seulement en flacons, mais même dans la vaisselle vinaire ordinaire.

» J'ai stérilisé des moûts rouges, en tonneaux de 225^{lit} en 1895, en tonneaux de 500^{lit} aux dernières vendanges, et je les ai conservés pendant quatre et six semaines; on n'a mis fin à l'expérience que parce que la démonstration a été jugée suffisante.

» A l'ouverture des tonneaux, la surface du liquide était parfaitement nette, sans voiles ni moisissures, et, au dire des experts, le moût avait conservé le goût agréable du raisin frais.

» VII. Les faits qui précèdent montrent la possibilité de préparer des moûts de raisin possédant une belle coloration rouge, plus riche que celle du vin fait avec le même fruit, ce que les données de la Science ne permettaient pas de prévoir. Ils montrent, en outre, par quels moyens on arrive à les conserver tels, à l'abri de la fermentation.

» On peut aborder maintenant, avec de nouvelles données, l'étude de la vinification. Les essais qui ont été faits sur quelques hectolitres de moûts conservés, avec des levures du commerce, sont encourageants. De l'avis d'hommes compétents, on peut prévoir pour les vins (et les cidres) ainsi préparés, des plus-values rémunératrices.

» Mais on peut espérer mieux, en étudiant l'adaptation des races de levures aux divers cépages, et en faisant la sélection des levures à bouquet, non plus par cultures dans des milieux artificiels, mais sur des moûts stériles, de la même espèce de fruits que celle que les levures devront ultérieurement transformer en boissons fermentées.

» *En résumé :* 1. Contrairement à ce qui était admis, la matière colorante rouge des pellicules du raisin et d'autres fruits est soluble dans le jus non fermenté;

» 2. L'action de l'air insolubilise la matière colorante;

» 3. Elle est l'une des causes du goût de cuit;

» 4. On peut faire des conserves de moûts, possédant la couleur, la saveur et le parfum du fruit à l'état frais;

» 5. Je me réserve de revenir sur l'application de ces données à la fabrication des vins et des cidres. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Sur des Vignes japonaises et chinoises acclimatées à Damigny (Orne), et sur la composition des vins qu'elles produisent.* Note de M. **L. Lindet**, présentée par M. Aimé Girard.

« Le département de l'Orne est situé au delà de la limite extrême de notre territoire viticole, et son climat a été considéré jusqu'ici comme impropre à la culture de la Vigne et à la maturation du raisin. Depuis un certain nombre d'années, cependant, M. Caplat a réussi à acclimater à Damigny, près d'Alençon, quelques variétés de Vignes, provenant des régions froides, humides et montagneuses de la Chine et du Japon.

» Ces Vignes ont été découvertes par le R. P. David, et les graines en ont été importées en France par M. Henri Degron. Semées pour la première fois par M. Caplat en 1882, elles ont été depuis multipliées à ce point que celui-ci a pu envoyer les boutures de ces Vignes dans la plupart de nos départements. L'étude ampélographique en a été faite par Carrière et par V. Pulliat.

» Les Vignes japonaises et chinoises, cultivées à Damigny, sont d'une végétation vigoureuse et puissante; les sarments en sont allongés; les pétioles, en général colorés en rouge vineux ou violet, sont longs également, quelquefois recouverts de poils d'une coloration variant du rouge au jaune (formes du *V. Romaneti*), quelquefois recouverts d'épines (*Spinovitis Davidi*); les feuilles sont tantôt cordiformes (*Précoce Caplat*), tantôt bi,tri et pentalobées et quelquefois même lascinées (*V. Romaneti* et *V. Pagnucci*); les grappes, longues de 20^{cm} à 30^{cm}, sont formées de grains arrondis et espacés; ces grains sont recouverts, en général, d'une peau fine, mais ferme, luisante, pruinée, au-dessous de laquelle on trouve une pulpe presque toujours colorée en rouge foncé, rarement en rose.

» Un des caractères les plus intéressants de certaines de ces Vignes est leur précocité; c'est ainsi qu'une Vigne japonaise, semis de *V. Coignetiœ* (*Précoce Caplat*), donne du 15 au 20 septembre des raisins mûrs à Da-

migny. Cette maturité ne précède que de quelques jours celle d'autres Vignes cultivées dans cette localité (*V. Romaneti, V. Pagnucci*); les *Spinovitis* ne mûrissent que plus tard, du 1er au 15 octobre; les *Carrieri* sont des vignes encore plus tardives.

» Les essais de plantation du *Précoce Caplat*, faits en Bourgogne, dans le Cher, dans la Haute-Garonne et dans d'autres départements, semblent prouver que cette variété résiste bien aux maladies ordinaires de la vigne.

» En décembre 1895, M. Caplat adressait à M. Tisserand, Directeur de l'Agriculture, des échantillons de vins, obtenus à Damigny, et demandait que le Ministère de l'Agriculture fît analyser ces vins et déterminer les avantages qu'ils peuvent présenter pour le commerce. L'analyse de ces vins m'a été confiée par M. Tisserand, et m'a conduit aux résultats suivants :

		Précoce Caplat.					
		Analysé en 1895.	Même vin analysé en 1896.	Romaneti cordifolia.	Romaneti trilobée.	Pagnucci pentalobée.	Spinovitis Davidi.
Alcool pour 100		7°,0	7°,5	6°,0	6°,9	6°,5	5°,4
Par litre.	Extrait à 100°	42gr,5	39gr,1	40gr,9	45gr,9	43gr,0	45gr,7
	Acidité en SO^4H^2.	13,7	12,6	11,0	13,0	10,8	13,2
	Tartre	4,3	3,4	5,5	6,4	5,3	5,2
	Tannin	4,0	4,2	3,7	5,3	4,4	3,9
	Cendres	2,7	2,1	4,1	4,6	4,2	4,0
Intensité colorimétrique (1)		0mm,15	0mm,18	0mm,25	0mm,25	0mm,20	0mm,18

» A la simple inspection de ces chiffres, on voit que la quantité d'alcool équivaut à celle de nos vins faibles, mais que la quantité d'extrait, d'acidité, de tartre, de tannin et de cendres, est deux fois plus grande que dans les vins ordinaires; quant à la couleur, très franche et d'un très bel éclat, elle présente une intensité quatre ou cinq fois plus forte que celle admise généralement par le commerce des vins. L'analyse faite en 1896 du vin de *Précoce Caplat*, récolté en 1895, montre en outre que ces vins se dépouillent peu par le vieillissement; la différence de composition tient presque uniquement au dépôt d'une certaine quantité de tartre.

---

(1) Épaisseur à donner à la couche de vin dans le vino-colorimètre Salleron, pour reproduire l'intensité du 7e ton de la gamme violet rouge; l'épaisseur correspondante pour un vin ordinaire est d'environ 1mm.

» Les vins de 1896 ont été fabriqués dans des conditions un peu différentes de celles où M. Caplat s'était placé en 1895. Dans le but de les rendre plus légers et plus agréables à boire, M. Caplat n'a fait cuver les vins de 1896 que vingt-quatre heures en présence des marcs; au bout de ce temps, les vins ont été soutirés, et ont achevé leur fermentation à la façon des vins blancs ou des cidres. Aussi la quantité d'extrait et de tartre est-elle un peu plus faible qu'en 1895; mais les quantités d'acide, de tannin et de couleur, dues principalement aux éléments de la pulpe, restent sensiblement les mêmes :

		Précoce Caplat.	Romaneti cordifolia.	Spinovitis Davidi.	Vin de marcs sucré.
Alcool pour 100		9°,00	7°,0	6°,1	4°,5
Par litre.	Extrait à 100°	36gr,2	28gr,9	38gr,5	17gr,8
	Acidité en SO^4H^2	12,3	10,3	15,0	4,8
	Tartre	3,1	4,5	4,7	2,3
	Tannin	5,3	3,9	Non dosé	2,3
	Cendres	2,2	3,4	4,1	2,1
Intensité colorimétrique		0mm,23	0mm,21	0mm,24	0mm,50

» Il est facile de déduire de l'analyse de ces vins les avantages qu'ils peuvent présenter pour le commerce et pour la préparation des vins de coupage, dits *de composition*, où ils semblent appelés à remplacer les vins teinturiers de l'Espagne et du Centre. Mais j'ai tenu, avant de me prononcer sur ces avantages, à avoir l'avis de personnes compétentes, et j'ai fait appel à l'expérience de dégustateurs et de négociants en vins, parmi lesquels je me fais un plaisir de remercier M. Poulain, qui a bien voulu, en 1895 et en 1896, faire de ces vins une étude attentive.

» Celui-ci a reconnu, à tous ces vins, des qualités supérieures à celles des vins similaires, des vins de *gros noirs* du Centre, par exemple, en ce sens qu'ils présentent une plus grande proportion de principes utilisables dans la préparation des vins de coupage, qu'ils sont plus frais à la bouche, et ne laissent aucun arrière-goût. Il a donné, au point de vue commercial, la préférence aux vins de 1895, fabriqués avec la vendange entière, et parmi ceux-ci aux vins de *Précoce Caplat* et *Spinovitis Davidi;* les premiers étaient plus fins, *se goûtaient mieux,* et avaient une couleur plus franche que les seconds, mais ceux-ci avaient plus de corps. M. Poulain, en dégustant cette année le vin de *Précoce Caplat,* de 1895, a constaté dans ses qualités une amélioration sensible.

» Les vignes japonaises et chinoises pourront, cultivées dans d'autres régions, plus tempérées que la région normande, et surtout si ces régions sont toujours fraîches, donner des résultats plus intéressants encore; mais, dès à présent, il reste acquis que, sous des climats relativement froids, où la production du vin était inconnue, elles peuvent, en raison de leur précocité et des qualités particulières de leurs vins, rendre de sérieux services à la Viticulture. »

CÉRAMIQUE. — *Sur la composition d'anciennes poteries indiennes du Vénézuéla*. Note de M. **F. Geay**, présentée par M. Friedel.

« Dans une exploration scientifique aux Llanos du Vénézuéla, j'ai recueilli d'intéressants documents sur les poteries indiennes de ces régions, documents qui font l'objet de cette Communication.

» Pendant un long séjour parmi les naturels, j'ai pu, grâce à un heureux concours de circonstances, me faire livrer le secret de la composition des anciennes poteries.

» La terre qui était utilisée par les potiers indiens est une argile bleu noirâtre, facile à observer sur les berges à pic de certains cours d'eau, où elle se présente sous forme de bande irrégulière dont l'épaisseur varie de quelques centimètres à un mètre.

» Cette argile n'était pas employée à l'état pur; les Indiens y mélangeaient une certaine matière, destinée à donner à la poterie des qualités spéciales, matière qu'ils extrayaient d'un corps particulier pris sur les branches des végétaux qui poussent sur les rives des caños.

» Toutes les anciennes poteries des régions des Llanos, explorées par moi, renferment de cette substance dans leur pâte, et, si l'on en examine des fragments à la loupe, on y distingue un enchevêtrement de petits bâtonnets allongés et entrelacés en tous sens, qui se présentent comme un feutrage à la surface des poteries. Ces bâtonnets sont si abondants qu'ils forment, à eux seuls, presque la moitié de la masse.

» Si l'on examine les coupes de ces poteries au microscope, on reconnaît leur identité avec les spicules d'une éponge d'eau douce, la *pica-pica*, que j'ai recueillie dans les rivières des Llanos.

» Ces éponges, à spicules siliceux fusiformes, sont voisines des *spongilla* et extrêmement abondantes dans certains caños des savanes, cours d'eau temporaires qui se tarissent à l'époque de la sécheresse et demeurent

à sec pendant plusieurs mois de l'année. En cette saison brûlante, ces éponges restent exposées à l'ardeur du soleil torride, et se présentent sous forme de boules noires, irrégulières et rudes, solidement fixées aux arbrisseaux des rivages; ces masses caverneuses ne sont alors formées que d'un peu de matière organique et d'une grande quantité de silice. Quelques-unes de ces éponges sèches atteignent d'assez fortes dimensions et l'on en rencontre qui dépassent de beaucoup le volume d'une tête humaine.

» C'étaient ces boules noires, calcinées par le soleil, que les potiers indiens récoltaient avec soin sous le nom de *pica-pica*. La cueillette terminée, les éponges étaient incinérées sur place, afin de détruire la matière organique et rendre libres les spicules, qui étaient alors emmagasinés, sous forme de poudre grisâtre, dans de grandes taparas, récipients au moyen desquels ils transportaient la précieuse matière à leurs ateliers primitifs, où elle était incorporée, dans une forte proportion, à l'argile à poterie.

» Cette découverte intéressante nous fait connaître l'utilisation d'un produit naturel dans une industrie primitive et permet de distinguer facilement la poterie indienne de cette région de celle que les métis du nord du Vénézuéla préparent en mélangeant de l'argile cuite et pulvérisée à leur terre à poterie. »

PHYSIOLOGIE. — *Période réfractaire dans les centres nerveux, ondulation nerveuse, et conséquences qui en résultent au point de vue de la dynamique cérébrale* [1]. Note de MM. **André Broca** et **Charles Richet**, présentée par M. Marey.

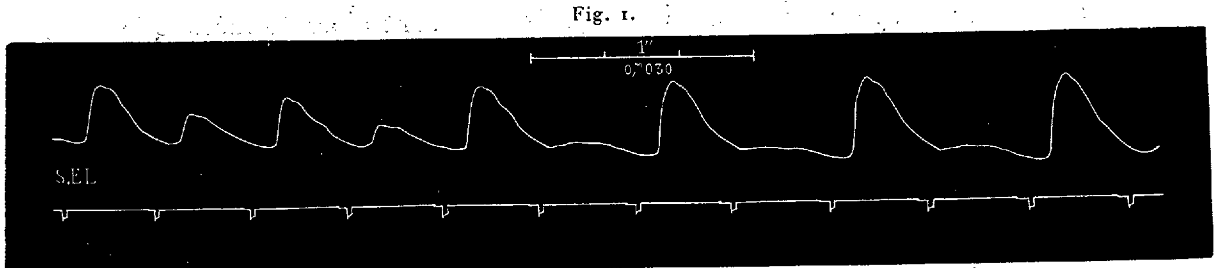
« Dans une Note précédente (*Comptes rendus*, t. CXXIV, p. 96; 1897), nous avons démontré qu'il y a dans les centres nerveux une période réfractaire. De nouvelles expériences nous ont permis de préciser quelques-unes des lois qui la régissent.

» I. Si l'on excite l'encéphale d'un chien (zone motrice) par des courants d'induction égaux, rythmés, et de faible fréquence (un ou deux par seconde), les réponses motrices sont régulières et égales entre elles; mais, si l'on rapproche les excitations, on voit les secousses devenir inégales, tantôt grandes et tantôt petites, tantôt normales et tantôt avortées; puis, la fréquence s'élevant, par exemple de deux à huit par seconde, après quelque

(1) Travail du laboratoire de Physiologie de la Faculté de Médecine de Paris.

temps d'irrégularité, un rythme nouveau s'établit et il n'y a plus qu'une réponse sur deux excitations (*fig.* 1). Si la fréquence des excitations

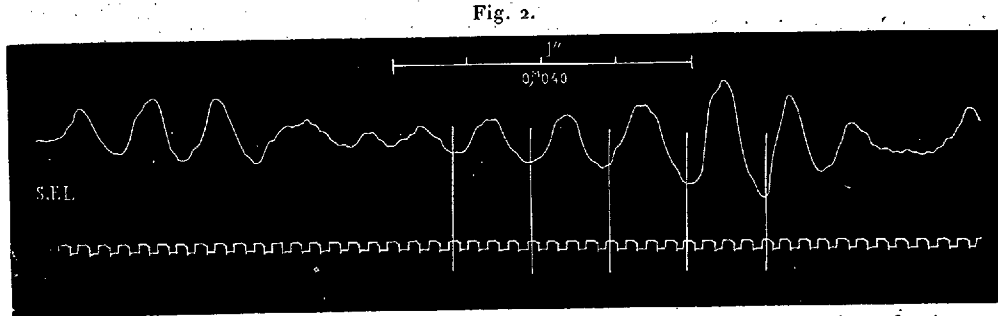
Fig. 1.



Chien refroidi, à 32°, chloralosé. Le cerveau ne répond qu'à une excitation sur deux, après avoir au début, dans la période de discordance, répondu à chaque excitation. (Figure réduite de moitié.)

augmente encore, les réponses prendront un rythme correspondant à une secousse pour trois ou même pour quatre excitations (*fig.* 2).

Fig. 2.



Chien à 36°, chloralosé. Après des périodes de discordance, l'accord finit par s'établir, et la réponse du cerveau se fait à $\frac{1}{4}$. A mesure que l'accord se fait mieux, les réponses sont plus énergiques. (Figure réduite de moitié.)

» Ces phénomènes sont bien dus à l'excitation cérébrale, car nous avons donné au système composé du muscle et de son poids ou ressort tenseur un amortissement considérable, pour éviter qu'il puisse imposer au système sa période propre [1]. D'autre part, en excitant directement le muscle, nous obtenions, conformément aux données classiques, une secousse distincte pour chaque excitation.

» II. La durée de la phase réfractaire varie avec la température; elle est beaucoup plus longue chez les chiens refroidis. On peut la mesurer

---

(1) Voir Cornu, *Comptes rendus*, t. CIV, p. 1465, et Poincaré, *Oscillations électriques*, p. 105.

en déterminant les fréquences qui provoquent encore des secousses régulières, et celles, plus grandes, qui provoquent des secousses irrégulières. Ces deux fréquences, étant très voisines l'une de l'autre, nous donnent avec assez de précision le moment où la période réfractaire cesse, et où le retour à l'équilibre du système nerveux est complet. Il résulte de nos mesures, prises sur des graphiques donnés par plusieurs chiens, que la période réfractaire est terminée au bout des temps suivants :

Température.	Fin de la période réfractaire.	Température.	Fin de la période réfractaire.
30°	0s,65	39°	0s,12
32	0,50	40	0,11 (1)
34	0,30	42	0,10
35	0,18	43	0,10
37	0,16		

» Ces chiffres, bien entendu, n'ont qu'une valeur relative, mais ils indiquent nettement le sens du phénomène et son ordre de grandeur.

» III. Pour interpréter cette phase réfractaire, l'hypothèse chimique d'un épuisement de la substance nerveuse peut être invoquée; mais cette hypothèse explique mal la période d'addition et la tétanisation épileptoïde. Sans nier les faits de restauration chimique qui surviennent dans le système nerveux excité, nous devons admettre nécessairement qu'il se passe en même temps des phénomènes d'ordre physique, analogues à ceux que l'on observe lors du retour à l'équilibre d'un système brusquement abandonné en dehors de son état d'équilibre.

» M. Cornu (*Bulletin de la Société des Électriciens*, 14 janvier 1894), dans son Mémoire sur la synchronisation des oscillants, avait déjà pressenti la généralité des lois du retour à l'équilibre et leur application probable à la Physiologie. Un remarquable théorème de M. Vaschy a donné une grande vraisemblance à cette conception hardie, et nos expériences paraissent la confirmer.

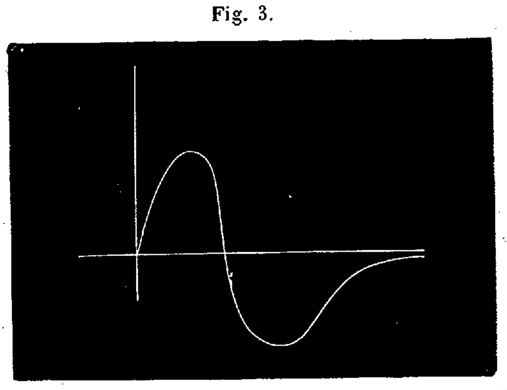
» Nous devons penser, en effet, toutes réserves faites relativement à l'identité des phénomènes, que l'innervation présente un attribut analogue à l'intensité électrique, et que, lors d'une rupture brusque d'équilibre, des phénomènes du même ordre, quant à la forme de l'oscillation, doivent se produire dans les deux appareils. Le muscle, par hypothèse, ne

(1) 39°,5 est la température normale moyenne du chien.

répondrait qu'à un sens déterminé de l'incitation nerveuse. Donc, quand, lors des oscillations de retour à l'équilibre, cette incitation devient de sens contraire, une autre excitation, survenant à ce moment, peut ne faire que modifier le retour à l'équilibre sans atteindre une valeur suffisante pour provoquer la contraction musculaire.

» De fait, en traçant la courbe de l'excitabilité du système cérébral après une excitation, nous avons pu tracer une courbe ayant la forme de la figure ci-jointe (*fig.* 3). Cette courbe n'a pas la forme des oscillations

Fig. 3.



Courbe schématique du retour à l'équilibre du système nerveux, mesurant l'excitabilité du système nerveux après une excitation unique.

électriques normales; mais, par des artifices, on a obtenu des formes analogues; par exemple, dans les câbles sous-marins, avec les signaux bridés de Thomson. Grâce à l'emploi de ceux-ci, le problème de la transmission du plus grand nombre possible de signaux dans l'unité de temps a pu être résolu; et c'est précisément le point essentiel qui devait être réalisé dans le système nerveux, un nombre maximum d'impulsions motrices qu'un animal a à produire dans un temps donné étant une condition favorable. Cette forme d'amortissement réalisant un optimum, on peut admettre qu'elle devait se rencontrer dans le système nerveux.

» Les expériences précédentes comportent une autre conclusion encore. Si la période réfractaire nous représente la phase négative d'une oscillation, nous devons retrouver, dans le système nerveux, les phénomènes caractéristiques des oscillations, c'est-à-dire la synchronisation avec une oscillation excitatrice moins amortie. Cette synchronisation peut se faire d'ailleurs soit sur l'excitation elle-même, soit sur une période égale à un de ses multiples. Nos graphiques montrent des oscillations soumises exac-

tement à cette loi (*fig.* 2), ce qui devait être, puisque, d'après un théorème de M. Cornu, une série rythmée d'excitations soudaines, comme des chocs d'induction, est équivalente à une force pendulaire non amortie.

» Nous pouvons donc presque affirmer que le système nerveux possède une oscillation propre amortie, et que nos expériences permettent d'introduire les données de la Physique générale dans la Physiologie et la Psychologie.

» Ainsi l'étude de la phase réfractaire nous a amenés à déterminer la durée de l'ondulation nerveuse.

» De plus, la fréquence maximum, avec laquelle des excitations motrices discontinues peuvent se produire dans le cerveau sans se fusionner, est d'environ 10 par seconde. Le dixième de seconde est donc l'unité psychophysiologique de temps, et cela aussi bien pour les excitations sensibles que pour les incitations motrices. Nous comprenons maintenant pourquoi cette période de $0^s,1$ est nécessaire à la discontinuité : c'est parce qu'elle mesure la durée du retour à l'équilibre du système nerveux. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Sur un nouvel appareil anatomique observé dans le péritoine.* Note de M. **J.-J. Andeer.**

« Après des recherches préliminaires, dont le détail serait trop long à exposer ici, j'ai réussi à trouver, d'abord chez la Grenouille, puis chez tous les Vertébrés examinés, l'appareil que je vais décrire.

» Si l'on prend un morceau péritonéal convenablement choisi, sur une Grenouille, et qu'après l'avoir fait macérer et l'avoir soumis à une préparation spéciale, on l'étale sur une lame de verre incolore, on peut, avec une certaine habitude, apercevoir à l'œil nu comme des piqûres d'aiguille. Un observateur novice aura besoin de l'aide d'une bonne loupe pour voir cet état *multipointé*. Avec un faible grossissement microscopique, on se rend compte que ces points sporadiques, disséminés sur tout le pourtour du

(¹) MM. Horsley et Schafer (*Journ. of Physiology*, 1886, t. VII, p. 96) avaient vu que les réponses cérébrales à des excitations fréquentes ne peuvent pas dépasser dix par seconde, mais ils attribuaient ce phénomène à la moelle autant qu'au cerveau, et ils n'avaient vu ni la période réfractaire, ni la synchronisation qui en est la conséquence. Leurs expériences d'ailleurs ont été contredites par Limbeck (*Arch. f. exp. Path. u. Pharm.*, 1889, t. XXV, p. 171).

morceau péritonéal examiné, ne sont que des trous disposés suivant un certain ordre, et que la membrane peut être comparée à une écumoire. Ces discontinuités, en forme de trous arrondis à l'état normal, avec des bords très nets, comme si on les avait faits avec un emporte-pièce, sont très nombreux, mais en nombre variable, selon l'espèce dans l'échelle animale vertébrée; chez la Grenouille, elles sont distantes de $0,5\text{-}1^{mm}$ l'une de l'autre. La forme et l'aspect de ces discontinuités du tissu varient également selon l'espèce et même selon les individus. On comprend l'influence que peuvent avoir des facteurs tels que le plus ou moins d'élasticité, de rigidité, de contraction, de relâchement, etc., de la membrane péritonéale. Au maximum de contraction, ces discontinuités sont invisibles. La contraction diminuant, elles apparaissent d'abord sous la forme d'une fente rectiligne, par laquelle passe aussitôt la lumière réfléchie par le miroir de l'appareil microscopique; puis elles se présentent sous des aspects variés : elles sont circulaires, elliptiques, triangulaires, sphériques, polygonales irrégulières, ou bien sous formes de microsinusoïdes, de virgules, etc.

» Ces trous, que j'appellerai *ostioles* ou petites bouches péritonéales, sont tout à fait lisses. Les ostioles paraissent, lorsqu'on les observe par la surface externe, c'est-à-dire du côté de la séreuse, pourvues seulement d'un simple épithélium, transparent, très fin, et donnant au bord extérieur un aspect homogène. Lorsqu'on les observe par la surface interne ou subséreuse du péritoine, les ostioles montrent à l'immersion microscopique une différence anatomique très marquée. Elles sont pourvues de sphincters à muscles lisses, très distincts, qui apparaissent sous la forme d'un tore à section circulaire ou elliptique que l'on pourrait comparer familièrement, quant à l'aspect, à un pneumatique de bicyclette. Ces sphincters, au point de vue anatomique et physiologique, sont analogues à ceux du pylore, de la vessie, etc. Ils ont la propriété de fermer et d'ouvrir l'ostiole, de gouverner les mouvements *sui generis* de cet appareil, et agissent automatiquement pour régler une fonction aussi nécessaire au péritoine que le travail opéré par les branchies des animaux aquatiques.

» Au-dessus de ces sphincters, et en se rapprochant de l'œil de l'observateur, la forme générale est celle d'une cuvette, dont le fond serait l'ostiole proprement dite; au-dessus du fond, se montre immédiatement la région sphinctorale à laquelle se superposent des assises ou des gradins comme ceux d'un cirque, formés par d'autres muscles lisses, plus larges et plus épais, comme des bandages.

» Comme nous avons dit plus haut, ces ostioles changent, selon l'endroit, de nombre et de grandeur; elles changent aussi de volume topographiquement. Ainsi, tandis qu'au rétropéritoine elles sont très basses, au péritoine couvrant le foie (séreuse) elles ont le maximum du volume trouvé jusqu'à présent. Ces ostioles se trouvent en nombre plus ou moins variable partout où il existe du péritoine, chez tous les Vertébrés, depuis l'homme jusqu'à l'*Amphioxus lanceolatus*. Peut-être les trouverait-on aussi chez les Invertébrés, mais je n'ai pas fait d'observation à ce sujet. On les trouve aussi bien au péritoine pariétal qu'au viscéral. On les trouve aussi, puisque le péritoine couvre tous les organes de la cavité abdominale, sur la séreuse du foie, de la rate, de l'estomac, de l'intestin, des organes génito-urinaires, aux endroits où ces derniers sont couverts de péritoine. Les mieux développés et les mieux visibles se trouvent au rétropéritoine chez la Grenouille. C'est là qu'il faut prendre un morceau de tissu pour faire les premières préparations microscopiques : j'en pourrais montrer un grand nombre d'échantillons pour confirmer mes assertions.

» Le système lymphatique des ostioles et surtout de leur cavité ou sinus superposé est très développé. Pour en bien comprendre une description écrite, il serait indispensable d'avoir auparavant examiné les préparations microscopiques, ou plutôt d'en entendre l'explication orale en même temps qu'on en ferait l'observation. En attendant, il suffira de dire que les sinus ou cavités de l'appareil ostiolique sont extrêmement riches en capillaires lymphatiques très spiralés, qui traversent les muscles lisses nombreux sous différents angles, et vont se terminer sous forme de tout petits bâtons ou points. Pour les observer, il faut des préparations provenant du péritoine d'un animal fraîchement tué : quand les tissus ont été desséchés pour la conservation, ces appareils si fins et si délicats restent invisibles et échappent aux recherches.

» J'insiste sur ce point, qu'une exposition verbale, avec des détails complémentaires accompagnant l'examen des préparations, serait indispensable pour donner une idée de la constitution, de la morphologie et de la topographie de ces ostioles, qui ont échappé jusqu'ici aux anatomistes-histologistes. Ce serait le préliminaire nécessaire, pour bien comprendre des Notes ultérieures sur la circulation (du sang) rouge, que j'ai laissée de côté pour le moment, et sur le rôle de cet appareil si important, soit au point de vue physiologique, soit au point de vue pathologique. Je me propose de montrer ultérieurement les conséquences funestes que peuvent avoir, pour l'homme ou pour les animaux, les troubles ou la suppression

de ces ostioles, soit d'une manière chronique, soit d'une façon brusque ou aiguë. »

ZOOLOGIE. — *Sur quelques particularités anatomiques observées dans la larve de* Thrixion Halidayanum (¹). Note de M. J. Pantel, présentée par M. Edmond Perrier.

« I. Appareil digestif. — Il n'y a pas d'appareil organique sur lequel l'adaptation parasitique retentisse aussi profondément que sur celui-ci.

» Le cerveau occupant le troisième segment, l'intestin antérieur a de ce chef une longueur réduite. Il se compose : 1° d'un pharynx ou organe de succion très développé dont la forme, malgré sa complication très réelle, peut être ramenée à celle d'une gouttière à concavité supérieure; et 2° d'un œsophage très court, comparable à un entonnoir déprimé, dont la douille se rétrécit graduellement pour s'engager dans le collier nerveux.

» Le pharynx s'éloigne des types jusqu'ici décrits par les caractères de sa charpente squelettique, exclusivement appropriée à la succion; mais c'est l'œsophage qui offre la conformation la plus insolite. La paroi inférieure s'y présente comme une lame passive, dépourvue de toute musculature. La paroi supérieure, creusée en gouttière comme celle du pharynx, est absolument remarquable par la présence d'un épais coussin de hautes cellules différenciées, quasi cartilagineuses, au-dessus duquel est jetée, comme le filet d'un aérostat, une puissante musculature en treillis. Celle-ci est tellement disposée, que son principal effet ne peut être que de déprimer le coussinet sous-jacent et, par suite, d'amener l'oblitération de la lumière œsophagienne. Ce tronçon de l'intestin réalise un appareil de fermeture hermétique, rendu nécessaire par la condition même de l'acte aspirateur.

» L'intestin moyen est immédiatement en rapport avec l'œsophage. Il s'étend, sous la forme d'un large tube, de calibre sensiblement uniforme, très long et très convoluté, depuis le collier œsophagien jusqu'à un étranglement, qui marque sa limite distale, un peu au delà de l'insertion des tubes de Malpighi. Les cellules épithéliales qui en forment le revêtement proéminent dans la lumière intestinale, à l'état de repos; mais elles ont la propriété de s'affaisser de temps en temps sur elles-mêmes d'un mouvement brusque, sans doute pour faciliter l'expulsion des ferments qu'elles sécrètent.

» L'intestin postérieur est un tube très court, fusiforme, non bouclé, s'ouvrant à la base même du tubercule stigmatifère.

» Comparées à celles que l'on trouve dans les larves des Muscides communes, les dispositions qui viennent d'être indiquées témoignent d'une

(¹) *Comptes rendus*, t. CXXIV, p. 472.

simplification organique manifeste, caractérisée non seulement par la réduction en longueur de l'œsophage et de l'intestin postérieur, mais encore et surtout par la suppression réelle du *jabot* et des *appendices gastriques*, et par la suppression au moins apparente du *proventricule* (*gésier*); apparente seulement, parce que l'appareil particulier signalé dans l'œsophage pourrait fonctionner comme un proventricule unilatéral.

» II. *Appareil circulatoire*. — Le vaisseau dorsal est constitué par un tube musculaire dilaté et fermé en cœcum à son extrémité postérieure, ouvert en avant, au-dessus de l'œsophage, sous la forme d'une gouttière renversée. On peut le diviser anatomiquement et physiologiquement en quatre régions :

» *a.* Le *tronçon postérieur* ou *ventricule* (Lowne) bordé de grandes cellules péricardiales;

» *b.* Le *tronçon moyen*, bordé de petites cellules péricardiales;

» *c.* Le *tronçon antérieur* (*aorte* de Lowne), dépourvu de cellules satellites, limité en avant à l'*anneau suspenseur* (Weismann);

» *d.* Le *tronçon sous-œsophagien,* allant de l'*anneau* aux apophyses pharyngiennes, sous la forme d'une gouttière renversée dont les bords se soudent aux disques imaginaux de la région.

» L'unité histologique de la paroi cardiaque est bien la cellule décrite par Viallanes ([1]), savoir : un élément aplati en forme de lame, à contour rectangulaire, à noyau vésiculeux, proéminent, à protoplasme différencié en fibrilles contractiles striées, lesquelles courent parallèlement les unes aux autres entre les deux feuillets sarcolemmatiques. Nos conclusions diffèrent seulement de celles de cet auteur quand il s'agit de préciser la situation des noyaux et la direction des fibrilles.

» Sur toute la longueur du tube cardiaque, les cellules sont associées deux à deux, de manière à constituer des anneaux binucléés soudés eux-mêmes bout à bout. Mais, tandis que, sur les deux tronçons antérieurs, les fibrilles sont longitudinales, ce qui rend ces tronçons capables de s'allonger et de se raccourcir, sur les deux postérieurs elles sont transversales, ce qui approprie ces deux régions aux mouvements de systole et de diastole proprement dites. Les noyaux sont situés latéralement sur les deux tronçons postérieurs, dorsalement et ventralement sur le tronçon antérieur, latéralement sur le tronçon sus-œsophagien, où les cellules sont réunies de manière à former une gouttière ouverte (appareil de distribution de l'ondée sanguine).

([1]) *Recherches sur l'histologie des Insectes et sur les phénomènes histologiques qui accompagnent le développement post-embryonnaire de ces animaux.* Paris, 1883; p. 55 et suiv.

» Le ventricule porte de chaque côté trois ostioles en forme de fente verticale, munis chacun d'un système de deux valves. Contrairement aux résultats récemment publiés par Lowne, à propos de la larve de *Calliphora erythrocephala* (1), nous trouvons que les valves sont constituées d'un système de deux cellules laminaires, de même type que les cellules pariétales, mais à noyaux plus petit et à orientation fibrillaire un peu différente : ce sont des replis auto-contractiles. Il n'existe de fente ni à l'extrémité postérieure ni sur le plancher du ventricule.

» Le tronçon intermédiaire porte des valvules de même type, fort peu développées ; nous ne sommes pas en mesure d'en fixer le nombre.

» III. Organe métamérique. — Nous ajouterons ici quelques renseignements sur la formation la plus originale et, à certains points de vue, la plus énigmatique que nous ayons rencontrée dans la larve de *Thrixion*. Il s'agit d'un organe métamérique répété avec beaucoup de régularité dans les sept segments abdominaux. Il est constitué, pour chaque côté d'un somite, par un groupe géminé de cellules colossales, siégeant immédiatement sous l'enveloppe générale.

» Ces éléments ont une forme essentiellement indifférente, une aptitude marquée à se souder temporairement à leurs congénères ou à des organes voisins, pour recouvrer un peu plus tard leur indépendance, sans toutefois avoir jamais le caractère d'éléments entièrement libres. Leur protoplasme, à l'état de repos physiologique, est finement ou grossièrement granuleux. A des états spéciaux d'activité, il laisse apercevoir, soit de simples inclusions globuleuses, soit de très remarquables vacuoles en forme de bâtonnet, de fuseau ou de lentille, dont l'orientation est, en général, parallèle au contour de la cellule. Le noyau est unique; il possède un boyau nucléaire continu, périphérique, typiquement strié, noyé dans un caryoplasme à peu près homogène, où existe aussi un gros nucléole de pyrénine.

» Les résultats fournis par quelques essais de coloration *vitale* par le bleu de méthylène semblent s'accorder avec les détails de structure pour faire attribuer à ces sortes de cellules la signification d'éléments excréteurs clos.

» L'organe métamérique n'a point été décrit chez les autres Muscides avec les caractères que nous venons d'indiquer; nous croyons, toutefois, qu'il y est représenté, mais sous une *forme rudimentaire*, par le *Guirlandenförmiger Zellenstrang*, de Weismann (2).

---

(1) *The Anatomy, Physiology, Morphology and Development of the Blow-Fly*. London, p. 90; 1890-1895.

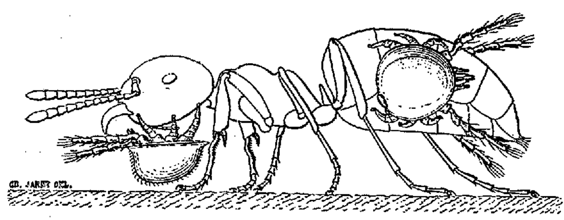
(2) *Die Entwickelung der Dipteren*. Leipzig, 1864, p. 132.

ZOOLOGIE. — *Sur les rapports de l'* Antennophorus Uhlmanni *Haller avec le* Lasius mixtus *Nyl.* Note de M. **Charles Janet**, présentée par M. Ém. Blanchard.

« L'*Antennophorus Uhlmanni* est un Acarien qui a été décrit en 1877, par Haller, sur des spécimens trouvés, en Suisse, dans un nid de *Lasius niger*. Depuis, cette espèce a été trouvée par Karpelles, en Hongrie, dans un nid de *Lasius umbratus*. Ces deux citations sont les seules que je connaisse. Aucune observation n'a été faite, jusqu'ici, sur les mœurs de cet animal.

» Je l'ai retrouvé, en abondance, dans le jardin de la villa des Roses, près Beauvais, dans une magnifique fourmilière de *Lasius mixtus*, et j'ai profité de cette circonstance pour installer un nid d'observation qui m'a permis de reconnaître les rapports de ce parasite avec son hôte.

» Les *Antennophorus Uhlmanni* vivent en épizoaires sur les *Lasius*. Ils se tiennent sur la face inférieure de la tête ou sur les côtés de l'abdomen de leur hôte, au moyen des caroncules qui terminent leurs pattes et qui sont pourvues d'une substance collante très adhésive.



Lasius mixtus portant trois *Antennophorus Uhlmanni* dans leurs positions normales (figure grossie 12 fois).

» Ces parasites sont aveugles, mais leur première paire de pattes est transformée en longs appendices antenniformes, pourvus d'organes olfactifs très sensibles.

» Ils ne circulent pas dans les galeries du nid, mais ils marchent facilement sur le corps des Fourmis et savent passer de l'une à l'autre. Lorsqu'un *Antennophorus*, détaché du corps d'une Fourmi, est posé sur le sol d'une galerie du nid, il soulève et tend en avant sa première paire de pattes ambulatoires et, en même temps, il explore l'espace avec ses longues pattes antenniformes. Ces appendices sensitifs s'agitent encore bien plus vivement dès qu'une Fourmi passe dans le voisinage. Si cette dernière passe assez près, l'Acarien colle sur son corps la pelote adhésive terminale de l'une des deux pattes ambulatoires qu'il tient soulevées, prêtes pour cette opération, et il peut, aussitôt, grimper et s'installer en bonne position sur son hôte. Ce dernier, sur-

pris, cherche à se débarrasser du nouveau-venu, mais il n'y parvient pas et se résigne, rapidement, dès que l'Acarien a pris une de ses positions normales.

» Ordinairement, une ouvrière ne porte qu'un seul *Antennophorus,* mais on en voit, très souvent, qui en portent plusieurs. Dans tous les cas, ces parasites prennent des positions symétriques par rapport au plan sagittal de leur hôte, et il en résulte que le centre de gravité de la surcharge considérable qu'ils produisent se trouve placé dans le plan sagittal du corps de la porteuse. Ces Acariens sont, ainsi, dans les meilleures conditions pour gêner le moins possible les mouvements de la Fourmi et, par conséquent, pour être plus facilement tolérés par elle. Les *Antennophorus* dirigent leurs pattes antenniformes vers l'avant de la Fourmi s'ils sont posés sur sa tête et en sens inverse s'ils sont posés sur son abdomen. Lorsqu'une Fourmi ne porte qu'un seul *Antennophorus,* ce dernier se place, presque toujours, sous la tête de son hôte. Le cas, représenté par la figure, dans lequel la Fourmi porte un *Antennophorus* sous sa tête et un de chaque côté de son abdomen, est très fréquent. La présence d'un ou de plusieurs *Antennophorus,* sur le corps d'un *Lasius,* n'empêche pas ce dernier de prendre part aux travaux de la colonie et, en particulier, de transporter les larves et les déblais.

» Les *Antennophorus* se tiennent volontiers sur les nymphes nues, mais jamais sur les nymphes enveloppées d'un cocon. Ils montrent une préférence marquée pour les jeunes ouvrières venant d'éclore. C'est ainsi que, dans un élevage formé d'une cinquantaine de Fourmis, portant toutes un seul *Antennophorus* et accompagnées d'un certain nombre de nymphes, je trouve, le lendemain, une Fourmi nouvel-éclose qui porte sept *Antennophorus* disposés symétriquement, à savoir : deux, placés l'un sur l'autre, de chaque côté de la tête et, sur l'abdomen, un sur le milieu de la région dorsale et un de chaque côté. Il semble que les *Antennophorus* sont attirés vers les jeunes Fourmis pour profiter des soins dont elles sont l'objet de la part de leurs compagnes plus âgées. Ces dernières ne cherchent nullement à chasser ces parasites, qui se disséminent, spontanément, un peu plus tard. Au moment où une reine se débarrasse de son enveloppe nymphale, les ouvrières viennent à son aide. Les ouvrières porteuses d'*Antennophorus* prennent part à ce travail et ces derniers profitent, généralement, de cette circonstance pour passer sur la reine nouvel-éclose.

» Les *Antennophorus* se nourrissent exclusivement du liquide nutritif que les Fourmis dégorgent. Une cinquantaine de *Lasius* porteurs d'*Antennophorus* ont été installés dans un nid d'observation et laissés sans nourriture. Au bout de huit jours, les fourmis sont en parfait état, mais il y a déjà une dizaine d'*Antennophorus* qui sont morts de faim. Une très petite gouttelette de miel coloré avec du bleu de Prusse est alors étalée sur la face inférieure du verre qui forme le plafond du nid. Un bon nombre de Fourmis, portant presque toutes un *Antennophorus,* viennent se ranger, serrées les unes contre les autres, tout autour de la gouttelette. Les *Antennophorus* ne prennent pas part à ce repas et ils sont obligés de reculer légèrement parce qu'ils ne trouvent plus la place nécessaire pour se loger entre la tête de leur hôte et le verre contre lequel elle est appliquée. Les Fourmis de cet élevage ont pris l'habitude de se tenir, serrées les unes contre les autres, dans un angle du nid. C'est là que reviennent, le jabot bien garni, celles qui ont terminé leur repas sur le miel bleu, et c'est là qu'elles en dégorgent devant la bouche de celles de leurs compagnes qui n'ont pas

encore mangé. La Fourmi qui dégorge écarte largement ses mandibules. Les mouvements péristaltiques de l'œsophage et les mouvements du pharynx ramènent des bols de miel que leur couleur bleue rend bien visibles par transparence et qui viennent former, devant la bouche, une petite gouttelette. Pendant que la Fourmi demandeuse mange ce miel dégorgé, l'*Antennophorus* qui est placé sous sa tête en prend sa part. A cet effet, il se porte en avant et enfonce son rostre dans la gouttelette. Ordinairement, tout en restant fixé par ses deux paires de pattes postérieures à la Fourmi qui le porte, l'*Antennophorus* pose et fait adhérer sa première paire de pattes ambulatoires sur la tête de la dégorgeuse. Souvent, lorsque la Fourmi demandeuse a fini son repas et se retire, on voit l'*Antennophorus* chercher à retenir la dégorgeuse. Les deux *Lasius* se prêtent ordinairement à ce prolongement du repas et, si elles se sont légèrement éloignées l'une de l'autre, l'*Antennophorus* s'étend fortement et forme, le dos en bas, une sorte de pont entre les têtes des deux Fourmis.

» Si la dégorgeuse porte un *Antennophorus* sous sa tête, celui-ci prend également part au repas. Un *Antennophorus* placé sur l'abdomen d'une Fourmi peut aussi, sans quitter cette position, se procurer de la nourriture. En effet, lorsqu'une autre Fourmi se trouve dans son voisinage, il sait, en la frappant avec ses pattes antenniformes et en étendant vers elle sa première paire de pattes ambulatoires, demander et obtenir à manger.

» En résumé, les *Antennophorus* sont des parasites qui vivent en épizoaires sur les *Lasius* et qui se nourrissent du liquide nutritif dégorgé par les Fourmis. Cela rappelle ce que j'ai décrit pour *Lepismina polypoda* [1]; mais nous avons ici un cas de myrmécophilie bien plus avancé, puisque l'*Antennophorus* se nourrit, exclusivement, du liquide dégorgé et que, d'autre part, sa présence est acceptée par la fourmi qui lui donne même volontiers la nourriture qu'il demande. »

GÉOLOGIE. — *Sur quelques points de la géologie des environs de Bourganeuf (Creuse).* Note de M. **Ph. Glangeaud**, présentée par M. Fouqué.

« Les trois petits bassins houillers des environs de Bourganeuf forment une traînée de direction nord-sud. Le plus grand, celui de Bostmoreau, bute par faille, à l'ouest, contre le granite; les deux autres, ceux de Bouzogles et de Mazuras, confinent presque à une grande cassure de direction générale nord-sud, se rattachant à celle qui traverse les feuilles de Brive, de Tulle et de Limoges. Cette faille, connue, plus au sud, depuis peu de temps, par les travaux de MM. Mouret et Le Verrier, a une étendue de près de 100^{km}.

---

(1) *Comptes rendus*, t. CXII, p. 799.

Elle traverse une partie du massif central et constitue bien, comme celle de Villefranche-Souvigny (près Moulins), l'une des lignes principales de la géologie de ce massif.

» L'affaissement produit par cette faille ou ce système de failles a dû amener la formation d'un chenal, le long duquel se sont établis de petits lacs houillers, dont on ne trouve plus aujourd'hui que des lambeaux.

» A l'est de cette faille, dans la région de Bourganeuf, s'étend une série de plateaux et de collines granitiques assez élevées, se prolongeant vers Eymoutiers et allant rejoindre le haut plateau corrézien. Cette région comprend des massifs granulitiques importants (Soubrebost, Morterolles), allongés nord-sud, comme la faille, présentant, par places, sur leur pourtour, une zone à grenats assez volumineux.

» La région, située à l'ouest de la faille, relativement basse, est constituée surtout par des gneiss et des micaschistes fortement métamophisés. C'est sur ces roches que sont installés les bassins houillers dont j'ai parlé plus haut. Ils jalonnent la direction de la faille, qui se bifurque à Bourganeuf, et le long ou près de laquelle affleurent une série de filons de quartz et de roches éruptives signalés, en partie, par Grüner. Ce géologue désignait uniformément les roches éruptives sous le nom d'*eurites quartzifères*. En réalité, ces roches sont nombreuses et variées. L'étude que j'en ai faite m'a permis de reconnaître cinq types bien caractérisés :

» 1° *Microgranulites.* — Plusieurs filons de microgranulite se voient à l'est d'Arfeuilles, presque à la limite des feuilles de Guéret et de Limoges.

» Les autes veines porphyriques sont bien visibles aux alentours de Mazuras et de Bouzogles ; mais, si aujourd'hui elles affectent la forme filonienne, plusieurs d'entre elles ont une *origine volcanique,* car elles sont en relation avec des *tufs*. Elles comprennent :

» 2° Des *porphyres à quartz globulaire*, assez décomposés, parfois kaoliniques, dont le premier temps de consolidation est constitué par des cristaux d'orthose, d'anorthose, d'oligoclase-andésine, des lamelles de mica noir et des cristaux de quartz bipyramidé. Le second temps est formé d'un magma de quartz spongieux, de microlites raccourcis, rappelant la sanidine, mais peu déterminables, de microlites d'oligoclase-andésine et d'andésine et de globules de quartz à extinction totale. L'un de ces filons est sorti au milieu d'un filon de granulite présentant des effets mécaniques puissants, les feldspaths et les grenats qui la constituaient ayant été brisés et émiettés.

» 3° On trouve aussi des filons de *porphyres à quartz auréolé*, ayant beaucoup d'analogies avec les précédents.

» La sortie de ces porphyres a été accompagnée de *tufs*, composés de cristaux de microcline brisés, provenant de roches arrachées à la profondeur, de cristaux d'oligoclase et d'oligoclase-andésine également brisés et tordus, de globules de quartz à

extinction totale et de portions de matière vitreuse, à fluidalité nettement accusée et transformées en partie en chlorite.

» L'éruption de ces roches a dû se faire probablement après la formation des bassins bouillers, qu'elles ont en partie disloqués, et dans les sédiments desquels je n'ai pu trouver jusqu'à présent trace de leur existence.

» 4° Des affleurements de *rhyolite* se voient non loin de Faux-Mazuras. Ils sont formés par une roche rougeâtre, très dure, à fluidalité bien marquée. Le premier temps comprend des cristaux de sanidine et du quartz bipyramidé; le second temps est formé par un magma pétrosiliceux avec développement de quartz grenu et de globules quartzeux à structure pœcilitique; mais la plus grande partie de ce second temps est constitué par des microlites de sanidine. La composition de cette roche en fait donc une véritable rhyolite à quartz bipyramidé.

» 5° En plusieurs points, un peu distants des bassins houillers, j'ai également découvert des *porphyrites micacées*. L'un de ces gisements, celui de Laschamp, près Janaillat, se trouve dans la direction de la faille de Bostmoreau et il est en rapport avec un filon de quartz.

» Ces porphyrites sont presque exclusivement composées d'oligoclases en microlites ou en petits cristaux et de mica microlitique. Quelques grands cristaux d'oligoclases se voient également dans ces roches.

» Près de Champroy, les porphyrites sont en relation avec des *tufs* montrant des cristaux feldspathiques courbés et brisés, appartenant à l'oligoclase et à l'oligoclase-andésine; du quartz primaire en cristaux également brisés, du quartz secondaire en îlots et de la calcite assez abondante.

» Les formations géologiques des environs de Bourganeuf constituent donc, grâce à leurs variétés, une portion de territoire relativement privilégiée, qui a été peu étudiée jusqu'aujourd'hui. »

M. Ch. Rousselet adresse une Note, accompagnée d'échantillons, pour confirmer l'efficacité de la *formaline*, employée suivant sa méthode, après fixation avec l'acide osmique, pour la conservation des préparations microscopiques.

M. le D[r] Bridou adresse une Note intitulée : « Synthèse des forces élémentaires, à propos des rayons X ».

La séance est levée à 4 heures. M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 1er MARS 1897.

Leçons cliniques sur les maladies des voies urinaires, professées à l'hôpital Necker. Sémiologie, diagnostic, pathologie et thérapeutique générales, par J.-C.-FÉLIX GUYON, Membre de l'Institut, Professeur à la Faculté de Médecine de Paris, etc. Tome troisième. Antisepsie, cathétérisme, anesthésie. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1897; 1 vol. in-8°. (Présenté par l'auteur.)

Annales de Chimie et de Physique, par MM. BERTHELOT, FRIEDEL, MASCART, MOISSAN. Mars 1897. Tome X. Paris, Masson et Cie; 1 fasc. in-8°.

Bulletin astronomique, fondé en 1884 par E. MOUCHEZ et F. TISSERAND. Publié par l'Observatoire de Paris. Tome XIV. Février 1897. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1897.

Bulletin des Sciences mathématiques, rédigé par MM. GASTON DARBOUX et JULES TANNERY. Deuxième série. Tome XXI. Février 1897. Paris, Gauthier-Villars et fils; 1 fasc. in-8°.

Bulletin mensuel du Bureau central météorologique de France, publié par E. MASCART, Directeur du Bureau central météorologique. Année 1896. N° 12. Décembre 1896. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1896; 1 fasc. in-4°.

Annales agronomiques, publiées sous les auspices du Ministère de l'Agriculture, par M. P.-P. DEHÉRAIN, Membre de l'Institut, Professeur de Physiologie végétale au Muséum d'Histoire naturelle, etc. Tome XXIII. N° 2. 25 février 1897. Paris, Masson et Cie; 1 fasc. in-8°.

Notice sur les travaux scientifiques de M. H. DESLANDRES, Astronome à l'Observatoire de Paris. Gauthier-Villars et fils, 1897; 1 vol. in-4°.

Recueil des travaux du Comité consultatif d'hygiène publique de France et des actes officiels de l'Administration sanitaire. Tome vingt-cinquième. (Année 1895.) Melun, 1896; 1 vol. in-8°.

Le opere di Galileo Galilei. Edizione nazionale, sotto gli auspicii di Sua Maesta il Re d'Italia. Volume VI. Firenze, Barberà, 1896; 1 vol. in-4°.

Icones fungorum ad usum sylloges saccardianæ, adcommodatæ auctore A.-N. BERLESE. Vol. II, fasc. IV. Patavii, 1897. (Hommage de l'auteur.)

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 22 MARS 1897,

PRÉSIDENCE DE M. A. CHATIN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** annonce à l'Académie la perte douloureuse qu'elle vient de faire dans la personne de M. *Antoine d'Abbadie*, Membre de la Section de Géographie et Navigation, et s'exprime en ces termes :

« J'ai le devoir douloureux de faire connaître à l'Académie qu'elle vient d'être frappée d'un grand deuil. Puisse ce deuil, le premier de ma Présidence, en être le dernier.

» Notre éminent et sympathique Confrère, M. Antoine d'Abbadie, qui appartenait à notre Compagnie depuis 1857, et qui, lundi dernier encore, assistait à notre séance, vient de s'éteindre à l'âge de 87 ans, âge qui n'était pas encore la vieillesse pour sa robuste constitution, tant physique que morale.

» M. d'Abbadie honora et fit aimer le nom français dans ses voyages

scientifiques, au Brésil, en Abyssinie surtout, où il pénétra l'un des premiers.

» A la fois astronome, géodésien, géographe, physicien et numismate, comme le rappelait M. le Président Cornu en lui remettant la médaille Arago, M. d'Abbadie a voulu concourir, même après sa mort, au progrès des Sciences, en léguant à l'Académie, avec d'importants revenus, son château-observatoire d'Abbadie et dépendances, pour qu'elle y fît continuer les recherches qui avaient été l'honneur et le charme de sa vie.

» L'Académie des Sciences, qui a décerné à M. d'Abbadie les honneurs (Présidence et médaille Arago) dont elle dispose, et qui eût voulu faire plus, veillera pieusement, dans sa reconnaissance, à l'exécution des vœux de son bienfaiteur, l'éminent Confrère à qui elle adresse un triste et suprême adieu. »

La séance est levée en signe de deuil.

BOTANIQUE. — *Sur les Phanérogames sans graines, formant la division des Inséminées;* par M. **Ph. van Tieghem**.

« Les plantes de l'embranchement des Phanérogames forment, comme on sait, leur œuf par l'union et la combinaison de deux cellules différenciées, nommées ensemble *gamètes*, dont l'une, qui est dite *femelle*, reste en place, tandis que l'autre, qui est dite *mâle*, est transportée passivement vers elle. Le gamète femelle est, ici, comme chez les Cryptogames, l'oosphère. Le gamète mâle, parce qu'il n'a été que très récemment aperçu comme tel, n'a pas encore reçu de dénomination spéciale; puisqu'il est homologue de l'anthérozoïde des Cryptogames, il peut aussi, bien que paraissant d'ordinaire immobile, recevoir le même nom (1).

» L'oosphère prend naissance dans une de ces feuilles différenciées qui composent le pistil de la fleur et que l'on nomme des *carpelles*. Elle y est produite, en même temps qu'un plus ou moins grand nombre de cellules sœurs constituant avec elle un tissu nommé *endosperme*, par une cellule

(1) Par les recherches récentes de deux botanistes japonais, MM. Hirase et Ikeno, on sait que, tout au moins dans le *Ginkgo* et les *Cycas*, le gamète mâle est muni d'un ruban spiralé portant de nombreux cils vibratiles, et par là se montre un véritable anthérozoïde.

issue directement ou indirectement de l'exoderme du carpelle, cellule à laquelle on donne habituellement le nom très impropre de *sac embryonnaire* et dans laquelle elle demeure incluse. Elle procède de la différenciation directe et totale d'une cellule d'endosperme chez les Angiospermes, du cloisonnement préalable et de la différenciation partielle d'une cellule d'endosperme, qui par là devient un archégone, chez les Gymnospermes.

» De son côté, l'anthérozoïde tire son origine de l'une de ces feuilles différenciées qui composent l'androcée de la fleur et que l'on nomme des *étamines*. Le limbe de l'étamine, qui est l'anthère, produit d'abord, par un cloisonnement local de son exoderme, des cellules spéciales nommées *grains de pollen*, qu'il met en liberté dans le milieu extérieur. Puis, la cellule mère des anthérozoïdes naît dans le grain de pollen, en même temps qu'une cellule sœur plus grande, directement chez les Angiospermes, indirectement chez les Gymnospermes. Ensuite, la cellule mère se divise pour former les deux anthérozoïdes; ceux-ci sont transportés jusqu'au contact de l'oosphère par le tube pollinique issu du développement de la grande cellule sœur, à la suite de la germination du grain de pollen. Finalement, l'un d'eux pénètre dans l'oosphère, avec laquelle il s'unit et se combine.

» Une fois formé, l'œuf des Phanérogames se développe, comme il est aussi bien connu, sur la plante mère et à ses dépens, en un embryon, tandis que l'endosperme se transforme en un albumen, transitoire ou permanent, et que le pistil de la fleur devient le fruit.

» Ces caractères sont généraux et exclusifs. Ils appartiennent à toutes les Phanérogames, sans exception, et on ne les trouve réunis chez aucune autre plante. Ils sont aussi les seuls qui jouissent de cette double propriété. C'est donc à eux que doit se réduire, en substance, toute la définition de cet embranchement.

» Si l'on entre, en effet, un peu plus dans le détail des phénomènes qui précèdent et de ceux qui suivent la formation de l'œuf chez les Phanérogames, on voit aussitôt qu'il y a, suivant les plantes, plusieurs cas à distinguer.

» 1. *Division des Phanérogames en deux groupes, d'après la graine.* — Considérons d'abord la série des phénomènes qui suivent la formation de l'œuf et qui aboutissent, en définitive, à la constitution du fruit. A la maturité, le fruit est conformé, suivant les cas, de deux manières différentes, dont l'une a passé jusqu'à présent inaperçue.

» Tantôt, et le plus souvent, il porte, attachés à sa surface externe chez

les Cycadacées et les Conifères, fixés à la paroi interne d'une cavité close partout ailleurs, un ou plusieurs corps distincts, qu'il est facile d'en séparer en rompant le point d'attache et qui s'en séparent fréquemment d'eux-mêmes à la maturité. Chacun de ces corps, formé d'un embryon, accompagné ou non d'un albumen, et enveloppé d'un tégument propre, constitue ce qu'on appelle une *graine*, qui produit à la germination une plante nouvelle. Les Phanérogames qui se comportent ainsi ont donc un fruit pourvu de graines, un fruit *séminé*.

» Tantôt, au contraire, le fruit ne porte ou ne renferme aucun semblable corps libre, qu'on puisse en séparer en ne rompant qu'un point d'attache ou qui s'en sépare spontanément à la maturité. Il est tout d'une pièce, et il faut le soumettre tout entier à la germination pour obtenir une ou plusieurs plantes nouvelles, suivant qu'il s'est formé et développé plus tard en embryons un ou plusieurs œufs dans le pistil dont il provient. En un mot, ces plantes ont un fruit dépourvu de graines, un fruit *inséminé*.

» De là une division des Phanérogames en deux groupes primaires, que je nommerai respectivement les *Séminées* et les *Inséminées*, le premier étant évidemment plus perfectionné que le second.

» 2. *Subdivision de chacun de ces deux groupes, d'après l'ovule.* — Examinons maintenant, dans chacun de ces deux groupes, la série des phénomènes qui précèdent la formation de l'œuf, notamment la manière dont chacun des carpelles du pistil se comporte autour de la cellule mère de l'endosperme, et considérons d'abord les Séminées.

» Souvent le carpelle y découpe sur son bord une ou plusieurs folioles plus ou moins longuement pétiolées. Chacune de ces folioles produit ensuite, quelque part sur la ligne médiane de son limbe, par une croissance locale de son écorce, une émergence conique, bientôt recouverte de bas en haut, d'abord par un bourrelet annulaire de son propre épiderme, puis par le limbe lui-même reployé autour d'elle. C'est la cellule exodermique terminale de cette émergence qui produit directement ou indirectement la cellule mère de l'endosperme. Ainsi profondément différenciée et composée de quatre parties distinctes, la foliole est ce qu'on nomme un *ovule* : son pétiole en est le funicule, son émergence le nucelle, sa première enveloppe, comparable à l'indusie des Fougères, le tégument interne, sa seconde enveloppe le tégument externe; chacune de ces enveloppes laisse au sommet un orifice, qui est l'endostome pour la première, l'exostome pour la seconde, formant ensemble le micropyle. Chez toutes ces plantes, il y a donc un ovule *nucellé* et *bitegminé*.

» Souvent aussi, le carpelle y porte de même un ou plusieurs ovules, mais le nucelle n'y est enveloppé que d'un seul tégument, qui est le limbe reployé de la foliole; le tégument interne y fait défaut. Ces plantes ont donc un ovule nucellé et *unitegminé*.

» C'est entre ces deux manières d'être que se répartissent toutes les Séminées. Ces plantes ont donc toujours dans leur pistil un ou plusieurs ovules à nucelle tégumenté. Plus tard, pendant le développement simultané de l'œuf en embryon et de l'endosperme en albumen, chaque ovule s'y accroît à mesure et y devient, en définitive, une graine, aussi distincte dans le fruit mûr qu'il l'était lui-même dans le pistil. La présence, constatée plus haut, de graines dans le fruit de ces plantes s'explique donc par l'existence préalable dans leur pistil d'ovules permanents, c'est-à-dire capables de se développer en conservant jusqu'à la fin leur autonomie. En un mot, elles sont séminées, parce qu'elles étaient *pérovulées*. D'après la conformation de l'ovule, dont le tégument est simple ou double, elles se partagent en deux groupes secondaires, que je nommerai respectivement les *Unitegminées* et les *Bitegminées*, le second étant plus élevé en organisation que le premier.

» La division des Inséminées offre des modifications plus nombreuses.

» Certaines de ces plantes ont, dans leur pistil, un ou plusieurs ovules, conformés comme ceux des Séminées, c'est-à-dire avec un nucelle enveloppé d'un ou de deux téguments.

» Chez d'autres, le carpelle formant aussi un ou plusieurs ovules, le nucelle ne s'y recouvre d'aucun tégument; il est et demeure nu, *integminé*.

» Ailleurs, le carpelle découpe bien encore une ou plusieurs folioles, mais la foliole, qui ne se différencie pas en pétiole et limbe, ne produit pas non plus d'émergence conique, et c'est quelque part sous sa surface lisse que prend naissance dans l'exoderme la cellule mère de l'endosperme. L'ovule se réduit alors à sa foliole, sans nucelle ni tégument; il est *innucellé*.

» Chez d'autres, enfin, le carpelle ne découpe même plus de folioles pour la production séparée et solitaire des cellules mères d'endosperme. C'est quelque part directement dans son exoderme général que celles-ci prennent naissance. En un mot, il est entièrement dépourvu d'ovules, *inovulé*.

» De là une division des Inséminées en cinq groupes secondaires, que

je nommerai respectivement : *Bitegminées*, *Unitegminées*, *Integminées*, *Innucellées* et *Inovulées*.

» N'ayant pas d'ovules dans le pistil, les Inovulées ne sauraient avoir non plus de graines dans le fruit, qui y est donc nécessairement inséminé. S'il n'y a pas davantage de graines dans le fruit des quatre autres groupes, où le pistil est pourtant ovulé, c'est parce que, pendant le développement simultané de l'œuf en embryon et de l'endosperme en albumen, l'ovule ne s'y accroît pas dans la même mesure. Il est alors progressivement attaqué, digéré, résorbé par l'albumen en voie de croissance, dont les cellules périphériques se différencient en une *assise digestive*, qui sécrète les diastases nécessaires, et finalement il disparaît comme tel; en un mot, il est transitoire. L'albumen vient alors appliquer directement son assise digestive contre la paroi interne du pistil, qu'elle attaque souvent à son tour et digère dans une partie de son épaisseur en se soudant ensuite plus ou moins intimement, en définitive, avec la couche externe qu'elle laisse subsister. Les Inséminées qui ont ainsi un ovule transitoire peuvent être dites toutes ensemble *transovulées*, et l'on vient de voir que, suivant la conformation plus ou moins compliquée de l'ovule, il y a des Transovulées de quatre sortes.

» L'embranchement des Phanérogames se divise donc, en somme, d'abord d'après la graine en deux divisions ou groupes primaires, ensuite d'après l'ovule en sept subdivisions ou groupes secondaires, classification que résume le Tableau suivant :

Phanérogames.	Des graines.	SÉMINÉES.	Des ovules permanents.	PÉROVULÉES.	Nucelle	à deux téguments.	*Bitegminées.*
						à un tégument.	*Unitegminées.*
	Pas de graines.	INSÉMINÉES.	Des ovules transitoires.	TRANSOVULÉES.	Nucelle	à deux téguments.	*Bitegminées.*
						à un tégument.	*Unitegminées.*
						sans tégument.	*Integminées.*
					Pas de nucelle, ni de tégument.		*Innucellées.*
			Pas d'ovules.	INOVULÉES.			*Inovulées.*

» 3. *Importance du groupe des Inséminées, objet de ce travail.* — La très grande majorité des Phanérogames se répartissent, comme on sait, entre les deux subdivisions du groupe des Séminées, les Unitegminées renfermant toutes les Gymnospermes et la plupart des Dicotylées gamopétales, les Bitegminées comprenant toutes les Monocotylées, à l'exception des Graminées, ainsi que la plupart des Dicotylées dialypétales et apétales.

» Moins étendu, mais plus varié, le groupe jusqu'ici méconnu des Insé-

minées offre aussi, au point de vue de la Science générale, une importance plus grande.

» Par sa seule existence, il montre déjà combien est inexacte la dénomination générale de Spermaphytes, Plantes à graines, Samenpflanzen (en allemand), que l'on donne assez souvent à l'embranchement des Phanérogames. Il prouve aussi que, pour développer ses œufs en embryons, et même en embryons très différenciés, pour conserver ensuite plus ou moins longtemps ces embryons à l'état de vie latente, et pour les développer enfin à la germination en autant de plantes nouvelles, la plante phanérogame n'a pas nécessairement besoin de produire des graines dans son fruit mûr.

» Par la diversité de son organisation, il nous offre ensuite, réunies et graduellement échelonnées, toutes les modifications que peut subir le carpelle des Phanérogames pour passer de l'état inovulé, le plus simple, à l'état ovulé bitegminé, le plus compliqué, modifications dont les Séminées, pourtant si nombreuses, ne réalisent que les deux degrés supérieurs. On ignorerait sans lui que, pour préparer leurs oosphères et former leurs œufs, les Phanérogames n'ont nullement besoin de produire, au préalable, autant d'ovules dans leur pistil, ce dont témoignent les Inovulées. Sans lui, on ne saurait pas davantage que ces plantes, une fois l'ovule acquis, peuvent se passer de nucelle, comme on l'apprend par les Innucellées, une fois le nucelle développé, peuvent se passer de tégument, comme on le voit par les Integminées.

» La connaissance de ce groupe est donc nécessaire à la pleine intelligence des Phanérogames. C'est ce qui m'a décidé, après en avoir aperçu l'existence, à en faire l'étude approfondie qui m'occupe depuis quatre années et qui est l'objet du Mémoire dont je présente aujourd'hui à l'Académie un très court résumé.

» Comme il y a, au point de vue de l'ovule, des Inséminées de cinq sortes, ce Mémoire comprend aussi cinq Parties consacrées : la première aux Inovulées, la deuxième aux Innucellées, la troisième aux Integminées, la quatrième aux Unitegminées, la cinquième aux Bitegminées. Dans une sixième et dernière Partie, on résume les conclusions de cette longue série de recherches et l'on jette comparativement un coup d'œil général sur le groupe des Séminées. »

THERMODYNAMIQUE BIOLOGIQUE. — *Du travail mécanique de cause purement extérieure, exécuté automatiquement, sans dépense supplémentaire d'énergie intérieure, par des muscles en état de contraction statique. Le travail positif diminue et le travail négatif augmente l'échauffement musculaire résultant de cette dépense intérieure;* par M. **A. Chauveau.**

« Je me propose de démontrer prochainement, à l'aide d'expériences tout à fait nouvelles, instituées dans des conditions absolument physiologiques, l'excellence de la méthode dont j'ai exposé les principes dans la dernière séance (15 mars). En attendant, je puis faire connaître les résultats que j'ai obtenus sur des muscles de grenouille isolés, mais absolument frais. Ces résultats ne visent pas la démonstration de l'*uniformité* de la dépense énergétique (cette démonstration est provisoirement jugée suffisante), mais seulement la *diversité* de l'échauffement, dans les cas divers de contraction statique mis en comparaison. Les expériences qui ont donné ces résultats se bornent donc à mettre en évidence les différences d'échauffement introduites dans le muscle en contraction statique, pour le soutien fixe d'une charge, par le travail mécanique intercurrent, positif ou négatif, que provoque l'allègement ou la restitution de la charge.

» Ces expériences ont été exécutées il y a déjà fort longtemps, à une époque où je ne me doutais guère qu'elles dussent être exploitées un jour pour les démonstrations actuelles. J'avais entrepris, en vue de mes études sur le travail des muscles, la vérification de toutes les expériences publiées sur la Thermodynamique musculaire, particulièrement celles qui ont été exécutées dans les laboratoires de Heidenhain et de A. Fick. Il m'arriva de rester fort longtemps arrêté sur les expériences relatives à la comparaison de l'échauffement ou du refroidissement déterminés par l'étirement ou le retrait du caoutchouc et du tissu musculaire (B. Danilewski et Blix). Au cours de mes confrontations variées, j'eus l'occasion de faire porter la comparaison non seulement sur les muscles en état de relâchement, mais encore sur ceux qui sont mis en état de tétanisation. Les résultats furent des plus intéressants, mais extraordinairement irréguliers et dissemblables. C'est en m'appliquant à éliminer les causes de ces perturbations que je rencontrai, pour ainsi dire fortuitement, les conditions expérimentales que je suis en mesure d'appliquer maintenant à la recherche de l'absorption et

de la restitution énergétiques par le travail positif et par le travail négatif des muscles.

» Pour simplifier, j'exposerai les faits comme si mes expériences avaient été conçues et exécutées en vue du but auquel je les fais servir aujourd'hui. Dans ces expériences, on mesurait, par la méthode classique du courant thermo-électrique, la différence d'échauffement de deux muscles gastro-cnémiens, dont l'un était au repos, l'autre soumis aux conditions dont on voulait connaître l'influence sur la thermogénèse.

» *Instruments et procédés.* — Les deux muscles isolés, avec leur nerf et leur insertion supérieure sur le fémur, sont fixés par l'intermédiaire de ce dernier, au moyen d'une pince à vis sur une plaque d'ébonite, au-dessus d'une large fente qui traverse cette plaque d'outre en outre. On fait reposer les nerfs sur des électrodes impolarisables. Au tendon du muscle s'accroche un fil qui, après s'être réfléchi sur une poulie, porte les poids sur lesquels s'exercera la contraction statique.

» Le système thermo-électrique est des plus simples. Il se compose seulement de deux soudures à larges contacts, entre un fil intermédiaire en maillechort et deux fines aiguilles d'acier. La partie moyenne est courbée en anse. On traverse les deux muscles d'outre en outre avec les aiguilles, et les deux soudures, couvertes d'une couche colorée de vernis isolant, sont noyées bien exactement dans l'épaisseur de chacun d'eux. Les pointes des aiguilles font saillie, à travers les fentes, sous la plaque d'ébonite et sont reliées au galvanomètre. Un des muscles sert d'organe passif et l'autre d'organe actif.

» La mise en activité de ce dernier consiste en une tétanisation durant exactement deux secondes dans toutes les expériences.

» C'est avec une machine du Bois-Raymond à intermittences rapides qu'on excite le nerf pour tétaniser le muscle.

» On donne à l'excitation l'intensité strictement nécessaire pour obtenir l'effet convenable, c'est-à-dire une contraction statique impuissante à soulever la charge totale choisie et qui soit pourtant prête à entraîner celle-ci au moindre allègement qu'on lui fait subir. On n'y arrive souvent qu'après de nombreux tâtonnements qui épuisent le nerf. C'est une des difficultés de l'expérience. Il ne faut jamais l'éluder, sous peine d'échouer, c'est-à-dire d'obtenir les effets les plus disparates.

» Les manœuvres qui allègent ou surchargent les poids constituent une autre de ces difficultés. J'y emploie un dispositif spécial, dont j'exposerai le mécanisme en faisant intervenir la valeur des poids qui ont été employés dans mes meilleures séries d'expériences. Il sera représenté dans le prochain numéro des *Archives de Physiologie*.

» C'est sur une charge totale de 80^{gr} seulement — en rapport avec le volume et la force des muscles utilisés dans ces séries — qu'agissait la contraction statique constituée par la tétanisation. Cette charge était divisée en deux parties reliées l'une à l'autre par un fil très souple : la partie supérieure, pesant 20^{gr}, était rattachée directement, sous la poulie de réflexion, au fil accroché au tendon du muscle; l'autre partie, du poids de 60^{gr}, reposait sur un petit plateau placé à l'une des extrémités d'un levier, qui, par une manœuvre brusque sur l'autre extrémité, permettait de mettre cette partie de la charge en ascension ou en chute. A l'aide de deux vis de réglage, on don-

nait au plateau la position dans laquelle la charge totale pouvait être soutenue par le muscle tétanisé sans raccourcissement sensible.

» Une disposition importante doit compléter ce mécanisme. La poulie de réflexion est parfaitement mobile dans le sens du soulèvement de la charge. Mais une pièce en coin, analogue à celle du collecteur de A. Fick, s'oppose au mouvement inverse. De cette manière, le poids de 20^{gr} qui a été soulevé par le muscle, quand on a allégé de 60^{gr} la charge totale de 80^{gr}, ne peut plus retomber spontanément et librement. Il faut, pour faire reprendre à ce poids de 20^{gr} sa position première, que le coin soit manœuvré à la main ou par le jeu d'un électro-aimant annexé à l'appareil. Sans cette disposition additionnelle, l'influence du travail positif sur l'échauffement serait toujours neutralisée par le travail négatif consécutif. Complété comme il vient d'être dit, l'appareil permet de faire à volonté une tétanisation avec travail positif seul, ou avec travail positif suivi d'un travail négatif neutralisant l'effet du premier sur l'échauffement musculaire. La comparaison entre les deux conditions permet ainsi de s'assurer si le travail positif prend de l'énergie au muscle moteur.

» Pour l'étude de l'influence du travail négatif provoqué par surcharge, je n'ai pu trouver de procédé convenable permettant d'annihiler l'influence perturbatrice du travail positif qui précède nécessairement le travail négatif. Mais on verra plus loin qu'en raison de la grandeur relative des résultats différentiels obtenus avec ce dernier, les expériences n'en sont pas moins démonstratives. Elles le sont même beaucoup plus que les expériences sur le travail positif. C'est qu'en effet mon dispositif présente le défaut essentiel de ne donner, dans ce dernier cas, que des résultats différentiels fort minimes, échappant très souvent à l'expérimentateur. Il n'en peut être autrement, la cause de la différence (travail de peu d'importance et excessivement court) étant elle-même minime et l'instrument révélateur de l'échauffement (pile d'une seule soudure à petites surfaces) relativement peu sensible.

» A. Expériences sur la contraction statique sans travail extérieur. — *Échauffement du muscle non raccourci tendu par une charge de* 80^{gr} *ou soutenant avec raccourcissement une charge de* 20^{gr}. — Théoriquement, l'échauffement doit être sensiblement le même dans les deux cas, si la dépense en plus, excitée par l'état de raccourcissement du muscle, compense la dépense en moins résultant de l'amoindrissement de la charge.

» C'est effectivement ce que l'on constate à très peu près dans les expériences régulières, celles où l'excitation nerveuse a été strictement suffisante pour mettre le muscle en état de soutenir la charge totale, sans imprimer à celle-ci de déplacement sensible. Une première détermination donne alors l'échauffement pour une contraction statique de deux secondes de durée s'exerçant sur la charge totale. Lorsque ensuite on répète l'excitation, pendant le même temps, la charge totale étant allégée de 60^{gr} par le soulèvement du plateau, c'est presque le même échauffement que l'on constate dans le muscle tétanisé, mais cette fois raccourci et ne soutenant plus qu'une charge de 20^{gr}. La très légère différence qui se manifeste alors est toujours à l'avantage du muscle tétanisé sur la grosse charge immobilisée, même quand on a pris le soin — absolument

nécessaire — de laisser supporter par le muscle la chute du poids de 20gr après la tétanisation. Malgré cette différence, l'expérience n'en atteint pas moins son but, c'est-à-dire la démonstration des compensations qui s'opèrent dans la dépense énergétique occasionnée par le travail intérieur du muscle, quand les deux facteurs de cette dépense, la charge et le raccourcissement musculaire, varient en sens inverse, d'après les règles ci-devant déterminées.

» Ainsi, lorsqu'une même excitation nerveuse sollicite la contraction statique d'un muscle qui supporte une charge plus forte sans raccourcissement ou une charge plus faible avec raccourcissement, l'uniformité de la dépense énergétique se révèle dans l'uniformité ou la quasi-uniformité de l'échauffement musculaire, si les contractions statiques ne s'accompagnent d'aucun travail mécanique persistant.

» B. Expériences sur la contraction statique avec travail positif. — *Échauffement du muscle dans le cas de passage de la contraction statique soutenant la charge 80 sans raccourcissement à la contraction statique soutenant la charge 20 avec raccourcissement musculaire, le travail positif étant ou non neutralisé par le travail négatif correspondant.* — La combinaison des deux conditions statiques dont il vient d'être question fournit le meilleur moyen de se renseigner sur l'absorption d'énergie par le travail positif.

» Pendant une seconde, le muscle, tétanisé sans raccourcissement, supporte la charge 80. Puis, cette première seconde écoulée, la charge est allégée des trois quarts, et le quart restant est aussitôt soulevé et reste soulevé pendant la deuxième seconde. Après quoi, l'excitation cessant, la charge 20 retombe en tendant le muscle relâché, ce qui restitue à ce dernier la chaleur qui avait été prise par le travail positif.

» Voilà la première phase de l'expérience. Elle est immédiatement suivie de la seconde phase, celle dans laquelle le travail positif n'est pas compensé, c'est-à-dire où la charge 20, au lieu de retomber, reste soulevée, grâce au fixateur automatique, à la hauteur où l'avait amenée le raccourcissement du muscle.

» D'après les prévisions théoriques l'échauffement musculaire doit être moindre dans ce dernier cas; mais, comme je l'ai expliqué, la différence ne peut atteindre qu'une très faible valeur. Aussi les expériences dans lesquelles est poursuivie cette comparaison sont-elles particulièrement difficiles et délicates. Beaucoup doivent être abandonnées, quand les variations d'échauffement, introduites par les tâtonnements préliminaires dans les conditions de l'excitabilité du nerf, ne permettent plus d'obtenir des résultats parfaitement comparables. Mais on est parfois favorisé sous ce rapport, et alors, on peut constater avec sûreté s'il y a eu écart d'échauffement dans les deux cas mis en comparaison.

» Dans la masse considérable des documents, la plupart inutilisables, recueillis pendant mes très nombreuses tentatives, j'ai retrouvé cinq expériences où la comparaison des deux conditions a pu être répétée de trois à sept fois, toujours avec des

résultats sensiblement approchants. On a même réussi, dans une de ces expériences, à obtenir, en plus, la comparaison avec chacun des deux états statiques simples. Les résultats sont consignés dans le Tableau ci-dessous, où les chiffres représentent des moyennes :

	Valeur relative de l'échauffement d'après les indications de l'échelle galvanométrique.				
	1re exp.	2e exp.	3e exp.	4e exp.	5e exp.
Contraction statique simple sans travail extérieur ou avec travail extérieur neutralisé :					
A. Charge 80, soutenue sans raccourcissement du muscle........	16	»	»	»	»
B. Charge 20, soutenue avec raccourcissement du muscle	15+	»	»	»	»
Contraction statique mixte avec travail positif pendant le passage de la condition A à la condition B :					
C. Travail positif compensé.......	15+	12	7	6	8
D. Travail positif non compensé...	14	11	6,5	6—	7,5+

» Évidemment, d'après ce Tableau, *le déficit de chaleur qui s'observe dans le cas de travail positif non compensé est très faible. Néanmoins, il est net. Il n'y a donc pas à douter que le travail positif n'absorbe alors de l'énergie*, comme dans les expériences de A. Fick.

» C. Expériences sur la contraction statique avec travail négatif. — *Échauffement du muscle dans le cas de passage de la contraction statique soutenant la charge* 20 *avec raccourcissement à la contraction statique soutenant la charge* 80 *sans raccourcissement.* — Les expériences consacrées à l'étude de l'échauffement musculaire dans le cas de travail négatif sont incomparablement moins délicates que les expériences sur le travail positif. Elles donnent de plus des résultats dont l'observation est beaucoup plus facile, en raison de la grandeur qu'ils peuvent atteindre.

» Lorsque le degré à peu près convenable d'excitation nerveuse a été trouvé, on détermine l'échauffement musculaire dans les trois conditions suivantes :

» A. Contraction statique *sans* raccourcissement du muscle soutenant la charge 80 pendant deux secondes;

» B. Contraction statique *avec* raccourcissement du muscle, soutenant la charge 20 pendant deux secondes;

» C. Contraction statique *avec* raccourcissement du muscle, soutenant la charge 20 pendant une seconde, puis brusque addition de la charge 60, *travail négatif* et soutien de la charge 80, *sans* raccourcissement pendant la deuxième seconde.

» Il est bien rare que la condition C ne se caractérise pas par un échauffement su-

périeur à celui des deux autres conditions A et B. Voici quatre expériences où la différence a été particulièrement remarquable :

	Valeur relative de l'échauffement musculaire d'après les indications de l'échelle du galvanomètre.			
	1re exp. (6 compar.).	2e exp. (2 compar.).	3e exp. (4 compar.).	4e exp. (3 compar.).
Condition A : Contraction statique sans raccourcissement	11	4	7	5
Condition B : Contraction statique avec raccourcissement	10	4—	6,5	5
Condition C : Contraction statique mixte avec travail négatif intercalé entre les deux parties	19	10	12	13

» Cette dernière série C, avec ses chiffres 19, 10, 12, 13, comparés à ceux des autres séries A et B, démontre de la manière la plus claire que *le travail négatif donne, en tout ou en partie, au muscle qui l'amortit et l'éteint, l'énergie calorique dont ce travail est l'équivalent.*

» D. Expériences comparatives sur le travail positif et le travail négatif, tirés d'un boudin de caoutchouc, par suppression et restitution alternatives d'une partie de la charge qu'il soutient. — Si, dans les expériences dont il vient d'être question, on remplace les muscles par des boudins de caoutchouc d'excellente qualité, on obtient exactement les mêmes résultats.

» Par exemple, un de ces boudins, allongé par une charge composée d'un poids de 500gr et d'un autre de 1500gr, quand celui-ci est supprimé, soulève le premier et fait ainsi du *travail positif*.

» Lorsque le poids de 1500gr est rétabli, le boudin revient à sa longueur première et fait ainsi du *travail négatif*. Or, de même que ces deux travaux mécaniques sont entre eux dans le rapport de 1 à 4, le refroidissement que l'un produit, l'échauffement que l'autre détermine, sont entre eux dans le même rapport à peu près.

» Comme l'élasticité parfaite acquise par les muscles en état de contraction statique est absolument comparable à celle que le caoutchouc possède naturellement à un si haut degré, il n'est pas douteux que la même loi ne régisse les écarts d'échauffement que détermine, dans les muscles ainsi contractés, la suppression ou le rétablissement d'une partie de la charge qu'ils soutiennent, c'est-à-dire le travail positif et le travail négatif automatiques qui en résultent. La complication qu'introduit, dans le cas du muscle contracté, la dépense énergétique suscitée pour la création de son élasticité empêche seule les manifestations thermodynamiques de se pro-

duire aussi simplement, aussi nettement et aussi facilement que dans le caoutchouc. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Guillerminet** soumet au jugement de l'Académie la description d'un appareil auquel il donne le nom de *Multi-répartiteur angulaire*.

(Commissaires : MM. Maurice Levy, Léauté.)

M. C. **Gros** adresse une Note sur un « Commutateur électrique manœuvrable à distance ».

(Commissaires : MM. Cornu, Mascart.)

M. **Delauney** adresse une Note sur les « Périhélies des planètes ».

(Commissaires : MM. Faye, Wolf.)

M. **Foveau de Courmelle** adresse une Note sur « l'Autoradioscopie ».

Cette Note est renvoyée à l'examen de M. Becquerel.

M. **Labergère** soumet au jugement de l'Académie un Mémoire sur « la géométrie du triangle ».

(Commissaires : MM. Picard, Appell.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Un Ouvrage de M. *E. Ariès* ayant pour titre : « Chaleur et Énergie ». (Présenté par M. Cornu.)

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les différentielles successives d'une fonction de plusieurs variables.* Extrait d'une Lettre de M. **Moutard**, présentée par M. Appell.

« Les différentielles successives d'une fonction de plusieurs variables sont des formes homogènes par rapport aux accroissements des variables. J'appellerai *solution d'une différentielle* tout système de fonctions des variables, qui, substituées aux accroissements, l'annulent, et j'emploierai les noms de *solution simple ou multiple* pour une différentielle ou un groupe de différentielles, avec les mêmes acceptions variées que dans la théorie des équations à plusieurs inconnues.

» Cela posé, les différentielles jouissent des propriétés suivantes :

» I. *Lorsqu'il existe une solution commune à des différentielles consécutives, en nombre égal à celui des variables, cette solution appartient à toutes les différentielles suivantes.*

» II. *Lorsqu'une différentielle admet une solution multiple, cette solution appartient, avec le même degré, à toutes les suivantes.*

» III. *Lorsqu'un groupe de différentielles consécutives, en nombre inférieur à celui des variables, admet une solution commune double, celle-ci est une solution double de tout groupe plus éloigné.*

» Comme corollaire, on peut ajouter ces deux remarques, dont la démonstration directe est facile :

» IV. *Lorsque deux différentielles consécutives admettent un diviseur commun* (fonction des accroissements), *ce facteur se retrouve dans les suivantes.*

» V. *Lorsqu'une différentielle admet un facteur multiple, ce facteur entre au même degré dans les suivantes.*

» Il est d'ailleurs évident que ces deux remarques se confondent respectivement avec les propositions I et II, lorsqu'on ne considère que deux variables indépendantes.

» Les propositions que je viens d'énoncer suggèrent des problèmes de Calcul intégral très variés, dont la résolution se rattache étroitement à la méthode employée pour la démonstration de ces propositions.

» J'énoncerai d'abord ceux qui conduisent à l'intégration d'une seule équation aux dérivées partielles.

» 1° Former les fonctions qui remplissent les conditions énoncées

dans I; c'est-à-dire *intégrer l'équation différentielle qui résulte de l'élimination des accroissements entre des différentielles consécutives, en nombre égal à celui des variables.* Cette équation, dont celle des surfaces réglées à plan directeur, et celle des surfaces réglées quelconques, fournissent les exemples les plus simples, est d'un ordre égal à celui de la dernière des différentielles du groupe dont on a formé le résultant. Je suis parvenu à en trouver l'intégrale générale sous une forme qui n'exige plus que des éliminations et qui renferme le nombre voulu de fonctions arbitraires de variables auxiliaires en nombre inférieur d'une unité à celui des variables primitives. Pour énoncer le résultat d'une manière précise, concevons que l'on conserve une des variables primitives, et qu'on exprime chacune des autres par une fonction linéaire de celle-là; les coefficients de la variable conservée seront les variables auxiliaires, et les termes indépendants en seront des fonctions arbitraires; l'intégrale générale est alors donnée par un polynome entier par rapport à la variable conservée, d'un degré inférieur d'une unité à l'ordre de la première des différentielles du groupe, et dont les coefficients sont des fonctions arbitraires des variables auxiliaires.

» Le nombre total des fonctions arbitraires est donc bien égal à celui de l'ordre de l'équation. Il est d'ailleurs évident que l'on peut donner à la solution, une apparence plus générale, en effectuant une substitution linéaire.

» 2° Former les fonctions dont une différentielle admet une solution double, c'est-à-dire *intégrer l'équation résultant de l'élimination des accroissements entre les dérivées premières d'une différentielle par rapport aux accroissements.*

» En remarquant que, d'après II, toute solution de cette équation est nécessairement une solution de celle du premier problème, on est amené à rechercher les conditions, en nombre égal à celui des variables auxiliaires, auxquelles doivent satisfaire les arbitraires qui entrent dans le type général. L'ensemble de ces conditions s'exprime par un système d'équations aux dérivées partielles du premier ordre. L'intégration de ces équations constitue un problème d'un ordre moindre de difficultés que le problème primitif, puisqu'il y a une variable de moins; il peut être ramené à de simples quadratures dans le cas de deux variables.

» La solution peut se présenter sous une forme différente en apparence, mais conduisant aux mêmes calculs. Si dans un polynome entier par rapport aux variables primitives, d'un degré inférieur d'une unité à l'ordre de l'équation, on établit une dépendance convenable entre les coefficients

considérés comme fonctions de variables auxiliaires, il suffira pour obtenir la solution cherchée de substituer dans le polynome à ces auxiliaires les valeurs qui annulent ses dérivées premières par rapport aux auxiliaires.

» L'intégration de l'équation des surfaces développables, c'est-à-dire de l'équation qui exprime que la deuxième différentielle d'une fonction de deux variables, a une solution double, offre l'exemple le plus simple des deux formes de solutions du deuxième problème.

» 3° Former les fonctions pour lesquelles un groupe de différentielles consécutives en nombre *inférieur* à celui des variables admet une solution double, c'est-à-dire *intégrer l'équation différentielle qui exprime cette condition.*

» On est amené, comme ci-dessus, à rechercher les conditions auxquelles doivent satisfaire les arbitraires du type général, pour qu'il vérifie cette nouvelle équation. Le nombre des conditions est 1, 2, 3, ..., suivant que le nombre des différentielles considérées est inférieur de 1, 2, 3, ... unités au nombre des variables. N'étant plus guidé ici par l'analogie avec le cas relativement facile de deux variables, ce n'est qu'après de longs tâtonnements que j'ai réussi à former les équations qui les expriment. Il ne m'est pas possible de donner une indication sommaire de la méthode que j'ai suivie, bien qu'elle ne soit pas très compliquée et qu'elle s'applique avec simplicité au cas particulier qui constitue le deuxième problème. Je dirai seulement que, dans cette discussion, un rôle qui me paraît essentiel appartient au déterminant des fonctions arbitraires des variables auxiliaires, qui sont les termes indépendants des expressions des variables primitives par l'une d'entre elles.

» Les problèmes plus compliqués, tels que ceux-ci : Former des fonctions pour lesquelles un groupe de différentielles en nombre égal à celui des variables admet plusieurs solutions communes (on pourrait dire qui admettent plusieurs modes de générations distincts du type défini ci-dessus); former des fonctions pour lesquelles un groupe de différentielles, en nombre inférieur à celui des variables, admet une solution multiple d'un ordre supérieur à 2, ou plusieurs solutions multiples; former les fonctions de plus de deux variables pour lesquelles deux différentielles consécutives ont un facteur commun, ou bien pour lesquelles une différentielle admet un facteur multiple, et d'autres encore d'un caractère plus particulier [1],

---

[1] M. Appell a bien voulu me signaler et me résumer un Travail de M. Darboux, que je n'ai pu encore étudier, sur une question qui touche par un côté à celles dont

se ramènent tous, non plus à l'intégration d'une équation unique, mais à la recherche de fonctions qui vérifient simultanément plusieurs équations à une seule inconnue.

» Ces problèmes constituent un ensemble trop vaste pour être traité d'une manière générale; mais la méthode suivie ci-dessus conduit naturellement à des solutions nombreuses et assez étendues; je réserve à une lettre ultérieure l'énoncé des principaux d'entre eux.

» Les propositions énoncées au début de cette Note, et les problèmes qui s'y rattachent, pourraient s'énoncer plus brièvement, si l'on voulait employer le langage de la Géométrie à n dimensions. En se restreignant à la Géométrie ordinaire et aux fonctions de deux variables, et en considérant ces deux variables et la fonction comme les coordonnées (rectilignes ou curvilignes) d'un point de l'espace, on obtient une interprétation géométrique qu'il me paraît intéressant de signaler.

» On sait que, si une famille de courbes planes ou gauches dépend de k paramètres, il est, en général, possible de trouver, pour chaque point d'une surface, plusieurs courbes de cette famille qui aient avec elles, en ce point, un contact de l'ordre $k - 2$. Cela posé, il existe un nombre illimité de pareilles familles, pour chacune desquelles on peut affirmer les deux propriétés suivantes, qui sont respectivement la traduction des propositions I et II :

» 1° Si en chaque point d'une surface, il est possible de trouver une courbe de la famille qui ait avec elle un contact d'ordre supérieur $k - 1$, cette courbe est tout entière sur la surface, laquelle est, par conséquent, susceptible d'être engendrée par des courbes de cette famille;

» 2° Si parmi les courbes de la famille qui ont avec une surface en un point donné un contact de l'ordre $n - 2$, il en existe deux qui soient tangentes entre elles, quel que soit le point considéré, ces courbes se con-

---

je me suis occupé. Le célèbre géomètre a complètement résolu le problème suivant : Trouver toutes les fonctions dont une différentielle est divisible par la précédente (*Comptes rendus*, 26 décembre 1881 et 27 février 1882, et *Bulletin des Sciences mathématiques*, t. V, p. 376 et 395). Il a généralisé ainsi la remarque de M. Hermite sur le développement de la racine carrée d'une fonction quadratique, et il a indiqué dans quelle mesure on peut l'étendre à toutes les fonctions algébriques. C'est cette même remarque de M. Hermite qui a suggéré, en grande partie, mes propres recherches; mais la direction dans laquelle j'en ai poursuivi la généralisation me semble entièrement différente de celle suivie par M. Darboux.

fondent et la surface donnée peut être considérée comme une enveloppe de surfaces dont les caractéristiques sont des courbes de la famille.

» Quant à la seconde catégorie de problèmes, ceux qui ne se traduisent pas par l'intégration d'une équation unique, les solutions que j'en ai obtenues fournissent, les unes, des surfaces qui admettent plusieurs modes de génération distincts par des courbes de la même famille; les autres, des surfaces enveloppes qui ont avec les enveloppées le long des caractéristiques un contact d'ordre supérieur au premier.

» Le type général des courbes qui jouissent des propriétés que je viens d'énoncer peut se définir en disant que l'une des coordonnées doit être une fonction du premier degré d'une autre, et la troisième une fonction de degré $k-3$ de celle-ci.

» Par exemple, pour $k=3$, la courbe est l'intersection d'une surface appartenant à un faisceau, c'est-à-dire dépendant d'un seul paramètre, et d'une surface appartenant à un réseau, c'est-à-dire dépendant linéairement de deux paramètres, à la condition qu'il existe une surface appartenant à la fois au faisceau et au réseau : telles sont par exemple, les droites assujetties à rencontrer une droite fixe; telles sont encore, pour citer un exemple de courbes transcendantes, les hélices tracées sur des cylindres de révolution concentriques.

» Pour $k=4$, on obtient les courbes qui sont l'intersection de deux surfaces appartenant à des réseaux différents, à la condition qu'il existe deux surfaces communes à ces réseaux; telles sont, par exemple, les droites qui ne sont assujetties à aucune condition; enfin, pour k quelconque, je citerai les courbes planes de degré $k-3$, dont les plans passent par un point fixe, et dont $n-4$ branches passent en ce point et y sont tangentes à un même plan, ou, ce qui revient au même, les paraboles planes d'ordre $k-3$ dont la direction asymptotique est fixe. Ce dernier exemple définit en réalité le type le plus général, à la condition de remplacer, dans les équations de la parabole, les coordonnées cartésiennes par des coordonnées curvilignes quelconques.

» J'indique en terminant les deux questions que soulève cette interprétation géométrique; à savoir : 1° A quels caractères peut-on reconnaître, quand les équations d'une courbe à k paramètres sont données en coordonnées cartésiennes, si elle rentre ou non dans le type indiqué; 2° Existe-t-il d'autres types jouissant des mêmes propriétés. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la détermination du groupe de transformations d'une équation différentielle linéaire.* Note de M. F. **Marotte**, présentée par M. Émile Picard.

« I. La recherche du groupe de transformations défini par M. Picard pour une équation différentielle linéaire d'ordre n exige la résolution préalable des problèmes suivants :

» 1° *Détermination de tous les groupes de transformations linéaires homogènes algébriques à n variables.* — Les travaux de MM. Klein, Jordan et Lie font connaître, pour $n = 2, 3$ et 4, tous les groupes discontinus et continus; il serait facile de déterminer les groupes mixtes.

» 2° *Former pour chacun de ces groupes un système caractéristique d'invariants différentiels.* — Lorsque les équations du groupe sont connues, ce problème n'exige que des éliminations; on trouve ainsi les invariants

$$u = \varphi(y_1, \ldots, y_n, y'_1, \ldots), \qquad v = \psi(y_1, \ldots, y_n, y'_1, \ldots), \qquad \ldots,$$

qui sont fonctions rationnelles de $y_1, \ldots, y_n$ et de leurs dérivées jusqu'à l'ordre n.

» De plus, on peut former, par élimination, les résolvantes dont dépendent les invariants $u, v, \ldots$, considérés comme fonctions de x.

$$\Phi(x, u, u', \ldots) = 0, \qquad \Psi(x, v, v', \ldots) = 0, \qquad \ldots.$$

» 3° *Rechercher enfin les intégrales rationnelles de ces équations.* — Or elles font partie d'une classe remarquable d'équations différentielles étudiées par M. Painlevé (*Comptes rendus*, juillet 1894).

» L'intégrale générale de l'équation Φ s'écrit en effet

$$U = \varphi(Y_1, \ldots, Y_n, Y'_1, \ldots) = \varphi(\Sigma a_{1k} y_k, \ldots, \Sigma a_{nk} y_k, \ldots, \Sigma a_{1k} y'_k, \ldots),$$

où les y sont des intégrales particulières déterminées de l'équation linéaire considérée; *l'intégrale générale* U *est donc une fonction rationnelle connue des constantes arbitraires.*

» M. Painlevé a démontré que l'on peut, par une transformation algébrique connue, ramener l'équation en u à une équation linéaire et en calculer effectivement toutes les intégrales rationnelles ou algébriques à un nombre donné de branches; la détermination de *toutes* les intégrales algébriques exigerait l'étude de quadratures.

» Ces résultats résolvent donc complètement la question suivante :

» *Reconnaître si une équation linéaire donnée admet comme groupe de transformations un groupe donné.*

» II. Il est nécessaire d'expliquer le sens qu'il faut attacher à l'expression *groupe donné* dans l'énoncé précédent.

» Il faut entendre par là que toutes les constantes entrant dans les équations du groupe sont connues *numériquement*. Un exemple nous permettra de préciser davantage ce point.

» Supposons que l'on veuille savoir si l'équation

$$\text{(1)} \qquad \frac{d^2y}{dx^2} + \mathrm{P}(x)\frac{dy}{dx} + \mathrm{Q}(x)y = 0$$

admet comme groupe des transformations le groupe

$$(g) \qquad \mathrm{Y}_1 = t^p y_1, \qquad \mathrm{Y}_2 = t^q y_2,$$

où p et q sont des entiers.

» Ce groupe a pour invariants différentiels caractéristiques

$$\frac{y'_1}{y_1}, \quad \frac{y'_2}{y_2}, \quad \frac{y_2^p}{y_1^q},$$

et il nous est toujours possible de reconnaître si l'équation (1) admet deux intégrales y_1 et y_2 dont les dérivées logarithmiques sont rationnelles et d'en calculer les valeurs

$$\frac{y'_1}{y_1} = \varphi_1(x), \qquad \frac{y'_2}{y_2} = \varphi_2(x).$$

» Si maintenant les entiers p et q sont donnés, on peut toujours reconnaître si $\frac{y_2^p}{y_1^q}$ est rationnel et savoir ainsi effectivement si le groupe de transformations est g. Mais si p et q sont inconnus la détermination du groupe est ramenée au problème suivant, que l'on saura résoudre dans un grand nombre de cas :

» A. Trouver deux nombres entiers p et q tels que

$$e^{\int(p\varphi_2 - q\varphi_1)\,dx}$$

soit une fonction rationnelle de x.

» L'énumération de *tous* les types de groupes linéaires homogènes à deux variables conduit au résultat suivant :

» *Le théorème de M. Painlevé permet la détermination effective du groupe*

de transformations d'une équation du second ordre ou ramène cette détermination à un problème analogue à A.

» Dans le cas général, s'il s'agit de reconnaître si une équation linéaire E admet comme groupe de transformations un groupe g, dont les équations contiennent des indéterminées, on formera le groupe G contenant le groupe g et dont les équations sont entièrement connues; *on pourra alors décider effectivement si l'équation* E *admet comme groupe de transformations* G *ou un de ses sous-groupes*. La détermination complète du groupe de transformations dépend ensuite de recherches arithmétiques.

» Remarquons enfin qu'on peut, dans la recherche du groupe de transformations, éviter l'énumération des groupes mixtes; en effet, un tel groupe admet un sous-groupe continu dont les invariants différentiels sont, non plus rationnels, mais algébriques. On devra donc rechercher les intégrales algébriques des équations résolvantes.

» III. On peut se proposer de résoudre la question inverse, c'est-à-dire de construire toutes les équations linéaires admettant un groupe de transformations donné; l'énumération des types de groupes à deux variables donne immédiatement le résultat suivant, qui complète les théorèmes de M. Klein sur la formation des équations du second ordre intégrables algébriquement :

» *On peut construire effectivement toutes les équations linéaires du second ordre admettant un groupe de transformations donné.* »

PHYSIQUE. — *Sur les chaleurs latentes de vaporisation et la loi de Van der Waals.* Note de M. **Georges Darzens**, présentée par M. A. Cornu.

« On trouve dans Van der Waals ([1]) la formule suivante : $\frac{M\lambda}{T_c} = f\left(\frac{T}{T_c}\right)$, où M est le poids moléculaire, λ la chaleur latente de vaporisation à la température absolue T, T_c la température absolue critique et f une fonction, la même pour tous les corps.

» Cette loi, ainsi que je l'ai montré dans une Note précédente ([2]), ne dépend que de la loi plus générale des états correspondants et peut se mettre sous la forme $\frac{M\lambda}{T} = F\left(\frac{T}{T_c}\right)$, où le premier membre est indépendant

---

([1]) *La continuité des états gazeux et liquide* (traduction française), p. 199.

([2]) *Comptes rendus*, t. CXXIII, p. 940.

de la température critique, circonstance plus favorable pour les vérifications expérimentales.

» Les données sur les chaleurs latentes étant plus nombreuses que les réseaux représentant la fonction caractéristique, j'ai pensé qu'il y avait quelque intérêt à voir jusqu'à quel point la relation exprimée par cette dernière formule se trouve vérifiée par l'expérience, afin de pouvoir juger ainsi indirectement de l'exactitude et de la généralité de la loi des états correspondants.

» Si l'on porte sur une feuille quadrillée $\frac{T}{T_c}$ en abscisse et $\frac{M\lambda}{T}$ en ordonnée, chaque mesure de λ se trouve représentée par un point et ces différents points, appartenant, soit à un même corps, mais à des températures différentes, soit à des corps différents, devront se placer suivant une courbe continue, ou plutôt suivant une zone étroite si la loi des états correspondants est exacte.

» En opérant ainsi, j'ai constaté que cette loi était inexacte si l'on voulait réunir tous les corps ensemble, et *cela même aux environs du point critique*. Mais il est possible de former des groupes de corps où cette loi se vérifie, au contraire, d'une façon très satisfaisante.

» Un premier groupe renferme la benzine, le chloroforme, le tétrachlorure de carbone, l'acide sulfureux, le protoxyde d'azote, l'acide carbonique. Les courbes représentatives des trois premiers corps ont été tracées d'après les données de Regnault, celles des trois derniers d'après les déterminations de MM. Cailletet et Mathias.

» J'ai employé également, pour l'acide carbonique, les mesures de M. Amagat, qui a déterminé u', u et p en fonction de t (de 0° à $31^{\circ},35$), ce qui m'a permis de calculer λ. Or la courbe de Az^2O se trouve comprise entre les courbes des deux séries de déterminations de CO^2. Les points représentatifs des corps suivants (pour la température d'ébullition normale) : C^2H^5Cl, C^2H^5Br, $PhCl^3$, AzH^3, $SnCl^4$, toluène, méthylal, se placent très près de la courbe moyenne et rentrent dans ce groupe.

» Un deuxième groupe renferme l'eau, l'acétone et l'éther; il y a toutefois quelques réserves à faire pour ce dernier corps, car les déterminations de MM. Ramsay et Young ne concordent pas avec celles de Regnault et se rapprochent beaucoup de celles du premier groupe. Ce groupe renferme également un grand nombre d'éthers, des acides gras, le cyanogène et la diéthylamine.

» Les courbes de l'alcool éthylique et propylique (d'après Ramsay et

Young) forment un troisième groupe qui renferme le point représentatif de l'alcool amylique à 132°.

» Quant au sulfure de carbone, il se place à part, au-dessous des trois groupes précédents.

» Les écarts observés dans un groupe s'expliquent facilement: d'une part, par l'incertitude sur T_c; d'autre part, par les erreurs de mesures de λ et la pureté du liquide. Ainsi, par exemple, la courbe de $CHCl^3$, d'après Regnault, a un écart moyen de 5 pour 100 par rapport à celle de CCl^4, du même auteur. Or Regnault reconnaît lui-même que son chloroforme était impur; mais le point représentatif d'une mesure de λ, faite par Würtz sur du chloroforme pur à la température d'ébullition normale, tombe exactement sur la courbe de CCl^4.

» Toutes ces courbes $y = F(x)$ ont un caractère commun : pour de faibles valeurs de $x = \frac{T}{T_c}$ elles présentent une légère concavité vers les y positifs, puis elles présentent un point d'inflexion pour $\frac{T}{T_c} = 0{,}750$ environ, enfin elles tournent leur concavité vers les y négatifs, prennent un caractère parabolique, et atteignent le point critique avec une tangente verticale.

» La considération de ces graphiques permet de prolonger les courbes des chaleurs latentes d'un corps jusqu'au point critique et de donner ainsi des valeurs probables de λ à toutes les températures. L'extrapolation n'est plus alors livrée au hasard d'une formule empirique; elle se trouve, au contraire, dirigée par les déterminations faites sur d'autres corps.

» Un grand nombre de travaux nous ont amené à concevoir, dans ces dernières années, que les liquides, surtout près de leurs points de solidification, avaient des molécules complètes multiples de leur molécule chimique. Cette circonstance doit certainement amener une perturbation dans la loi que j'indique ici. Il est donc probable que ces groupes de courbes, tout en coïncidant pratiquement dans une grande partie de leur étendue, doivent diverger légèrement pour les faibles valeurs de $\frac{T}{T_c}$.

» En terminant, je veux faire remarquer que la loi de Trouton $\left(\frac{M\lambda}{T} = \text{const. pour le point d'ébullition normal}\right)$ n'est qu'une conséquence de la loi des états correspondants, car au point d'ébullition on a sensiblement $\frac{T}{T_c} = \text{const.}$ »

PHYSIQUE. — *Stéréoscopie de précision appliquée à la Radiographie.* Note de MM. T. Marie et H. Ribaut.

« Les clichés radiographiques ordinaires présentent deux sortes d'inconvénients :

» 1° Les trois dimensions de l'objet sont réduites à deux dans la photographie. En outre, les images obtenues, étant analogues à celles de corps vus uniquement par transparence, ne donnent aucune indication de relief. Leur examen ne permet donc pas d'apprécier la forme des surfaces et de connaître l'ordre de superposition des divers plans de l'objet. Ce dernier point constitue un défaut grave, surtout pour l'application au diagnostic.

» 2° La faible distance qui sépare le tube producteur de rayons X de la plaque sensible entraîne généralement la déformation de l'image. La déformation est d'autant plus grande, que l'objet est plus épais et le tube plus près de la plaque.

» Ces inconvénients rendent souvent l'interprétation des clichés très difficile et limitent beaucoup les indications qu'on peut en tirer. La Stéréoscopie, en nous permettant de voir les objets dans l'espace, vient combler cette lacune; mais, pour que le but soit complètement atteint, il est nécessaire de voir l'objet reconstitué semblable à l'objet radiographié, c'est-à-dire de faire de la Stéréoscopie de précision. Cette dernière seule pourra nous donner une vision exacte des formes des objets et des rapports des organes qui les constituent.

» Les règles générales de la Stéréoscopie de précision, appliquée à la Photographie ordinaire, ont été posées par M. Cazes ([1]).

» Elles sont résumées dans les deux formules suivantes :

$$\frac{D}{d} = \frac{P}{p} = \frac{\Delta}{\delta}, \text{ tirée de considérations géométriques,}$$

$$\frac{1}{d} - \frac{1}{d+p} = \frac{1}{330^{cm}}, \text{ tirée de considérations physiologiques.}$$

D, distance des points de vue au premier plan de front de l'objet;
a, distance aux yeux du premier plan de front de l'objet reconstitué;
P, épaisseur de l'objet; p, profondeur de l'objet reconstitué;
Δ, intervalle des points de vue; δ, intervalle des yeux.

» La première de ces relations montre que, quel que soit l'écartement,

([1]) L. Cazes, *Stéréoscopie de précision*. Brochure de 70 pages. Paris, 1895.

le relief est exact pourvu que les épreuves soient correctement examinées. Elle montre, en outre, que, pour une distance donnée D, le relief est d'autant plus intense que l'écartement est plus grand.

» La deuxième relation impose un maximum à cet écartement dont la valeur, en donnant, pour simplifier, à δ la valeur moyenne $6^{cm},6$, est exprimée par

$$\Delta \text{max.} = \frac{D(D+P)}{50P}.$$

» Elle indique aussi que, quelle que soit la distance de l'objet réel et son épaisseur, l'intensité du relief total sera constante, pourvu qu'on emploie l'écartement maximum calculé au moyen de la formule précédente.

» Partant de cette formule, nous avons calculé la valeur de l'écartement maximum pour des objets dont l'épaisseur varie de 1^{cm} à 15^{cm}, et pour des distances comprises entre 10^{cm} et 35^{cm} (du tube à l'objet).

	D.																	
	10.			15.			20.			25.			30.			35.		
P.	Δ.	*d.*	G.	Δ.	*d.*	G.	Δ.	*d.*	G.	Δ.	*d.*	G.	Δ.	*d.*	G.	Δ.	*d.*	G.
1.	2,2	30	3,0	4,8	20	1,3	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
2.	1,2	55	5,5	2,5	39	2,6	4,4	30	1,5	6,7	24	0,9	»	»	»	»	»	»
3.	0,8	85	8,5	1,8	55	3,6	3,0	44	2,2	4,0	41	1,6	6,6	30	1,0	»	»	»
4.				1,4	70	4,6	2,4	55	2,7	3,6	46	1,8	5,4	36	1,2	6,8	34	0,9
5.				1,3	82	5,4	2,0	66	3,3	3,0	55	2,2	4,2	47	1,5	5,6	41	1,1
6.				1,0	99	6,6	1,7	77	3,8	2,6	63	2,5	3,6	55	1,8	4,7	46	1,4
7.							1,5	88	4,4	2,1	78	3,1	3,2	62	2,0	4,2	55	1,5
8.							1,4	94	4,7	2,0	80	3,2	2,8	70	2,3	3,7	62	1,7
9.							1,3	100	5,0	1,9	87	3,4	2,6	76	2,5	3,4	68	1,9
10.							1,2	110	5,5	1,8	91	3,6	2,4	82	2,7	3,1	74	2,1
11.							1,1	120	6,0	1,7	97	3,8	2,2	90	3,0	2,9	80	2,3
12.							1,0	130	6,5	1,6	103	4,1	2,1	94	3,1	2,7	85	2,4
13.							1,0	130	6,5	1,5	110	4,4	2	99	3,3	2,5	92	2,6
14.							0,9	148	7,4	1,4	118	4,7	1,9	104	3,4	2,4	96	2,7
15.										1,3	127	5,0	1,8	110	3,6	2,3	100	2,8

» Les lettres P, D, α, Δ employées dans cette Table ont la signification indiquée plus haut. G représente le grossissement.

» Les valeurs calculées sont susceptibles d'un emploi courant.

» *Cas particulier.* — Il est toujours préférable, lorsque l'objet s'y prête, d'obtenir une reproduction grandeur naturelle. En effet, dans ce cas, l'examen au stéréoscope est facile, car l'accommodation et l'angle de convergence se correspondent. L'écartement maximum doit être alors égal à

celui des yeux; la formule précédente devient

$$\frac{D(D+P)}{50P} = 6^{cm},6.$$

» Étant donnée l'épaisseur d'un objet, on en tire la distance à laquelle on doit placer le tube.

» *Vérifications expérimentales.* — Nous avons cru devoir vérifier par l'expérience les diverses idées théoriques émises précédemment.

» 1. *L'existence d'un maximum pour l'écartement.*

» Les épreuves (une vingtaine de couples stéréoscopiques), faites en employant les nombres inscrits dans la Table, nous ont toujours donné d'excellents résultats. Le relief est exact, son intensité totale est maximum, et cependant l'œil parcourt facilement et sans fatigue les divers plans de l'objet reconstitué. D'autre part, divers essais ont été faits en dépassant les limites de l'écartement. L'examen de l'objet reconstitué a été toujours difficile ou impossible, suivant la grandeur de la différence entre l'écartement employé et celui qu'on n'aurait pas dû dépasser. Nous signalerons, parmi ces expériences, les suivantes :

	Nature de l'objet.	Épaisseur.	Distance.	Écartement employé.	Écart maximum.	Résultat.
I.	Poumon de fœtus....	$1^{cm},7$	20^{cm}	$5^{cm},1$	$5^{cm},1$	Reconstitution facile. Relief normal.
II.	Id.	1,7	20	6,6	5,1	Reconstitution difficile. Relief trop intense.
III.	Id.	1,7	20	3,4	5,1	Reconstitution facile, mais relief moins intense que dans le Ier cas.
IV.	Cerveau............	5	25	3,5	3	Comme dans le IIe cas.
V.	Foie de fœtus.......	3	20	3,5	3	Id.

» 2. *La constance de l'intensité du relief total, quand la distance du tube à l'objet varie, l'écartement des points de vue restant maximum.*

» Cette constance est vérifiée par toutes nos expériences, faites à des distances comprises entre $0^{m},15$ et $0^{m},35$, et en particulier par la série suivante :

Nature de l'objet.	Épaisseur.	Distance.	Écartement employé.	Écart maximum.	Résultat.
Poumon de fœtus....	cm 1,7	cm 20	cm 5,1	cm 5,1	Objet reconstitué, agrandi. Relief normal.
Id.	1,7	22,8	6,6	6,6	Objet grandeur naturelle. Même relief.
Id.	1,7	30	11,2	11,2	Objet rapetissé. Même relief. Détails insuffisants.

CHIMIE MINÉRALE. — *Action du nickel sur l'éthylène*. Note de MM. **Paul Sabatier** et **J.-B. Senderens**.

« Nous avons fait agir l'éthylène sur le nickel obtenu en réduisant l'oxyde par l'hydrogène. Après refroidissement dans le courant d'hydrogène, on fait arriver l'éthylène soigneusement purifié et desséché ([1]).

» Aucun effet ne se produit à froid, mais vers 300°, et plus aisément à température un peu plus haute, le nickel foisonne peu à peu en donnant une matière noire très volumineuse. La réaction est plus rapide si le métal a été réduit à température basse au voisinage de 300°, mais *elle se produit très bien avec du nickel obtenu par réduction au rouge*. Si le métal réduit forme dans le tube chauffé une traînée de $0^m,15$ à $0^m,20$, l'éthylène est totalement décomposé : le gaz qui sort de l'appareil est très peu éclairant.

» La matière noire est du charbon léger dans lequel le nickel se trouve disséminé.

» Les gaz recueillis ne contiennent pas en proportion appréciable de gaz absorbables par le brome, et ne donnent pas de réaction avec la solution ammoniacale de chlorure cuivreux ; ils ne renferment donc aucune dose mesurable de carbures éthyléniques ou acétyléniques. Ils sont constitués par un mélange d'hydrogène et de carbures forméniques.

» Pour définir la nature de ces derniers, nous avons, au sortir du tube

([1]) Toute introduction d'air peut être évitée par le dispositif expérimental que nous avons antérieurement employé dans nos recherches sur les oxydes de l'azote (*Ann. de Chim. et de Phys.*, 7e série, t. VII).

à nickel, dirigé le gaz dans un tube rempli d'oxyde cuivrique chauffé vers 250° à 300° : dans ces conditions, les hydrocarbures ne sont nullement modifiés, ainsi que nous l'avons vérifié (1), mais l'hydrogène libre est totalement transformé en eau. Le gaz recueilli, soumis à l'analyse, est du *méthane* sensiblement pur.

» La proportion d'hydrogène associé au formène est variable et augmente quand le nickel est chauffé davantage. Le nickel étant maintenu vers 400°, nous avons trouvé seulement un dixième d'hydrogène en volume; tandis que, dans un autre cas où le métal était porté au rouge sombre, le volume d'hydrogène atteignait la moitié du volume total.

» Le gaz a une odeur qui rappelle celle des éthers de pétrole, ce qui indique la présence de traces de carbures forméniques supérieurs; mais dans aucun cas, en faisant circuler le gaz dans un serpentin fortement refroidi, nous n'avons pu condenser aucune dose perceptible de produit liquide.

» La réaction réalisée par le nickel sur l'éthylène est donc principalement le dédoublement

$$C^2H^4 = C + CH^4.$$

» La production d'hydrogène paraît être une action secondaire, dont nous cherchons en ce moment à préciser les conditions.

» La dose d'éthylène détruit par un poids déterminé de métal est très grande : dans l'un des essais effectués avec du métal réduit à basse température, 1 atome de nickel a fixé plus de 30 atomes de charbon solide.

» La limaille de nickel peut servir à produire la réaction, mais moins régulièrement, et seulement à une température plus haute.

» Aucun phénomène semblable n'intervient avec le cuivre, le cobalt, le fer récemment réduits par l'hydrogène, non plus qu'avec la mousse de platine ou de palladium.

» L'année dernière (2), MM. Moissan et Moureu ont observé une réaction analogue fournie par l'acétylène sur les divers métaux réduits : fer, nickel, cobalt, et aussi sur la mousse de platine, et ils en ont attribué la cause à une action purement physique, due à l'absorption du gaz par le métal poreux : la chaleur qui en résulte suffit pour déterminer l'incandescence de la masse et décomposer le gaz endothermique.

» Cette explication ne peut être admise pour le cas actuel, puisque le

(1) Il ne se produit aucune trace d'anhydride carbonique.

(2) *Comptes rendus*, t. CXXII, p. 1240.

nickel est seul actif, qu'il l'est encore quand il a été chauffé au rouge, et est ainsi devenu inoxydable à l'air froid; et puisque la décomposition de l'éthylène s'effectue ici selon un mécanisme très particulier, pouvant donner lieu au dédoublement presque exclusif en carbone et formène. Ce dédoublement est exothermique, mais il nous semble qu'on doit en rechercher la cause dans la formation entre le nickel et l'éthylène d'une combinaison instable, se dédoublant en carbone, méthane et nickel, capable de réitérer une formation identique. Nous avons vainement cherché à isoler à l'état permanent cette combinaison.

» L'éthylène agit, à température relativement basse, sur l'oxyde de nickel, pour donner lieu à des phénomènes semblables, ainsi que nous aurons l'honneur de le développer dans une prochaine Communication. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Recherches sur les sables monazités*. Note de MM. G. URBAIN et E. BUDISCHOVSKY, présentée par M. Friedel.

« Nous avons entrepris ce travail pour rechercher s'il était légitime d'admettre l'existence dans les sables monazités d'une terre nouvelle, dont le poids atomique serait approximativement égal à 100.

» Dans des recherches très précises et très minutieuses sur le fractionnement des terres de la série yttrique, provenant des sables monazités, MM. P. Schützenberger et O. Boudouard (¹) sont parvenus à isoler des portions indédoublables, présentant un caractère de stabilité assez grand, et dont le poids atomique est voisin de 102.

» Plus récemment, M. Drossbach (²), en étudiant une monazite, arrive à des conclusions semblables.

» En contradiction avec ces résultats, M. Crookes (³), ayant examiné un échantillon des terres yttriques, provenant de sables monazités, et désigné sous le nom de *lucium*, conclut de l'analyse spectrale, malgré les réserves de MM. P. Schützenberger et O. Boudouard, que ces oxydes doivent être considérés comme de l'yttrium impur.

» L'élément hypothétique devant être contenu dans la portion des terres yttriques qui précipite par l'hyposulfite de soude (⁴), nous nous bornerons

(¹) *Comptes rendus*, t. CXXIII, 16 novembre 1896.
(²) *Berichte*, t. XXIX, n° 15, p. 2452.
(³) *Chem. News*, t. LXXIV, n° 1931, p. 259, 27 novembre 1896.
(⁴) *Chem. News*, t. LXXIV, n° 1927, p. 213, 30 octobre 1896.

dans cette Note à décrire les expériences que nous avons faites sur les portions des terres qui précipitent par ce réactif, encore que M. Crookes ([1]) ait démontré que ce réactif est un agent de fractionnement très grossier, et qu'il précipite partiellement l'yttrium.

» Les sables que nous avons étudiés sont les mêmes que ceux qui ont été l'objet des belles recherches de MM. P. Schützenberger et O. Boudouard. Nous avons multiplié le traitement des terres par le sulfate de potasse jusqu'à ce que les dissolutions examinées au spectroscope en solution concentrée et sous une épaisseur de 20^{cm} à 30^{cm} ne présentassent plus le spectre d'absorption du didyme. Le spectre d'absorption de la dissolution exempte de didyme est le suivant :

		Longueurs d'ondes.
Un affaiblissement......................		656-649
Une bande plus faible encore...........		583-570
Une bande fine et faible.................		541
Une bande large.........................		535-517
Très faible	535-526	
Maximum assez fort.....................	522	
Une bande très faible..................		493-484

» Ce spectre, qui est toutefois très peu intense, coïncide à peu près avec le spectre décrit pour l'erbium.

» L'un de nous ayant constaté que les acétylacétonates des terres rares sont solubles dans la plupart des dissolvants organiques, et se prêtent aisément aux fractionnements, il nous a semblé intéressant d'appliquer cette méthode à ces terres pour voir si nous arriverions à des résultats différents de ceux des auteurs précités.

» Nous avons suivi de très près la marche des fractionnements par la détermination des poids atomiques.

» La méthode que nous avons employée à cet effet ne paraît pas différer sensiblement de celle de MM. P. Schützenberger et O. Boudouard. Après bien des tâtonnements, et surtout grâce aux conseils de M. Friedel, nous nous sommes arrêtés à un mode opératoire qui nous paraît à l'abri de toute critique.

» Les sels sont transformés en nitrates; la solution des nitrates est additionnée d'acide sulfurique, et les sulfates évaporés à sec pour chasser la majeure partie de l'acide libre. Les sulfates solides sont introduits dans des petits tubes que nous chauffons dans la vapeur de soufre, au moyen

---

([1]) *Loc. cit.*

d'une bouteille à mercure, munie d'un tuyau de reflux, et de trois moufles superposées verticalement. Nous faisons passer successivement les sulfates dans les différentes moufles, en les pesant de temps en temps jusqu'à obtenir un poids constant à $\frac{2}{10}$ de milligramme près. Les sulfates sont ensuite transformés en oxydes, en les chauffant dans un double creuset de platine, au four Forquignon, jusqu'à poids constant. Le poids atomique est facilement déduit de la transformation des sulfates en oxydes. Nous nous sommes assurés qu'en chauffant les oxydes successivement dans un courant d'oxygène, et dans un courant d'hydrogène, ils ne subissent pas une variation sensible de poids.

» Nous préparons les acétylacétonates de la façon suivante :

» Les nitrates en solution aqueuse très diluée (5^{gr} par litre) sont précipités par l'ammoniaque. On lave par décantation, et l'on ajoute la quantité théorique d'acétylacétone qui transforme les hydrates en acétylacétonates cristallins. On filtre, les cristaux sont fractionnés dans un dissolvant approprié, et l'on recommence le traitement sur les eaux-mères.

» Nous avons fractionné les dérivés métalliques dans l'alcool d'abord, dans le benzène ensuite, changeant à dessein de dissolvant, dans l'espérance de reculer les limites des séparations. Ces deux réactifs dissolvent abondamment les acétylacétonates yttriques à chaud, et les abandonnent en aiguilles par le refroidissement.

» Dans l'alcool, les corps de faible poids atomique se concentrent dans les premiers cristaux; au bout de six tours de fractionnement de ces têtes, les eaux-mères et les cristaux ont sensiblement le même poids atomique, 95,3 pour les cristaux, 95,7 pour les eaux-mères; les différences sont de l'ordre de grandeur des erreurs que comporte la méthode analytique. Nous avions obtenu pour les premiers cristaux 99,2 et 106,9 pour les premières eaux-mères. Les portions intermédiaires se scindent en des termes dont la valeur numérique se resserre de plus en plus, et la majeure partie de notre matière était comprise entre les limites 98 et 102.

» Réunissant les portions de poids atomiques voisins, nous avons fait une série de fractionnements dans le benzène.

» Le fractionnement des portions, dont le poids atomique oscillait entre 95 et 97, a conduit aux nombres extrêmes 96-97.

» Les portions dont le poids atomique variait entre 98 et 102 ont donné les limites 98 et 108.

» Enfin les portions dont le poids atomique était compris entre 103 et 105 ont donné les limites 97 et 112.

» Il ressort de ces nombres que le fractionnement des acétylacétonates

yttriques des sables monazités possède une limite inférieure de termes indédoublables par notre méthode, limite qui ne descend pas au-dessous de 95, nombre très éloigné de 89, qui est le poids atomique de l'yttrium.

» Nos eaux-mères ayant constamment un poids atomique plus élevé que nos cristaux, il nous semblait logique qu'au voisinage du poids atomique de l'yttrium, la faible quantité de corps à poids atomique plus élevé (170 environ, erbium, etc.), qui est censé souiller notre matière, dût, *a fortiori,* rester dans les eaux-mères.

» Nous poursuivons cette étude pour reconnaître si le fractionnement ne présente pas d'autres limites.

» Ces résultats sont intéressants à rapprocher de ceux qu'ont obtenus MM. P. Schützenberger et O. Boudouard ([1]). »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Une réaction de l'oxyde de carbone.* Note de M. A. MERMET, présentée par M. Friedel.

« Rechercher l'oxyde de carbone dans l'air et le caractériser facilement, tel est le problème de Chimie pratique intéressant l'hygiène que je me suis proposé.

» Après des essais très nombreux et très variés, j'ai trouvé qu'une solution faible de permanganate de potassium acidulée par l'acide azotique se décolorait sous l'influence de l'oxyde de carbone ; en ajoutant de l'azotate d'argent, la décoloration était accélérée. Avec de l'air au $\frac{1}{500}$ et au $\frac{2}{10000}$, la décoloration de la liqueur rose survient en un temps qui varie de une à vingt-quatre heures.

» Je me suis arrêté aux proportions suivantes, pour constituer le réactif nouveau.

» *Liqueur d'argent* (A). — Dissoudre 2^{gr} à 3^{gr} d'azotate d'argent cristallisé dans 1^{lit} d'eau distillée.

» *Liqueur de permanganate de potassium* (B). — Faire bouillir 1^{lit} d'eau distillée avec quelques gouttes d'acide azotique pur (bien exempt d'acide chlorhydrique). Ajouter, goutte à goutte, du permanganate dissous jusqu'à coloration rose persistante. On détruit ainsi les matières organiques que contiennent les eaux distillées de préparation ancienne et qui n'ont pas été conservées dans des fontaines fermées par un bouchon soutenant un tube à coton pour retenir les poussières de l'air. Après refroidissement, dissoudre 1^{gr} de permanganate cristallisé et ajouter 50^{cc} d'acide azotique pur. Conserver cette liqueur à l'abri des poussières et de la lumière.

([1]) Travail fait au laboratoire de M. Friedel, à la Sorbonne.

» *Réactif de l'oxyde de carbone.* — On le prépare, *au moment de l'expérience*, en mélangeant :

Liqueur A	20^cc
Liqueur B	1
Acide azotique pur	1

et complétant à 50^cc avec de l'eau distillée privée de matières organiques. On obtient une liqueur rose.

» L'emploi de cette liqueur peu chargée de permanganate exige quelques précautions puisque les gaz réducteurs autres que l'oxyde de carbone, les poussières, peuvent la décolorer. Néanmoins, on peut, avec elle, arriver à se prononcer avec certitude sur la présence ou l'absence, dans l'air, des plus faibles traces d'oxyde de carbone. J'ai fait passer, dans ce réactif, de l'air à $\frac{2}{10000}$, après l'avoir purifié par passages successifs dans un tube à coton pour arrêter les poussières, un tube à ponce sulfurique ou phosphorique pour fixer les gaz alcalins, des tubes à 4 boules de Mitscherlich, ou des tubes à perles de Babo, à permanganate alcalin, un tube témoin à eau de baryte, etc., la décoloration était complète. L'expérience peut être faite plus simplement en versant le réactif dans un flacon à l'émeri plein de l'air titré et en l'abandonnant. La décoloration se produit d'autant plus vite que le titre du mélange gazeux est plus élevé.

» Dans la pratique, le même résultat serait observé si l'air contenait du gaz d'éclairage. En effet, en plus d'une forte proportion d'oxyde de carbone, il contient du méthane et différents hydrocarbures réducteurs. Il en serait de même avec des gaz sulfurés ; dans ce cas, la liqueur décolorée prendrait bientôt une teinte brune due à la formation de sulfure d'argent. Mais un renseignement n'en serait pas moins acquis ; on aurait la preuve de la présence, dans l'atmosphère, d'un gaz délétère, nuisible. Une expérience plus complète, semblable à celle que je viens de décrire, permettrait ensuite de savoir si la décoloration est due à l'oxyde de carbone ou à d'autres gaz réducteurs. L'indication serait encore précieuse en répétant la réaction avec l'air pris dans une galerie de mine de houille, puisque de faibles quantités de grisou amèneraient la décoloration du réactif permanganique.

» *Marche d'une expérience.* — Deux flacons à l'émeri sont remplis d'eau. On vide le premier dans la pièce où l'on veut prélever de l'air suspect ; on vide le second à l'air libre pour le remplir d'air normal. C'est le *témoin* [1].

---

(1) Si l'air est riche en poussières (galeries de mines), on adaptera au flacon plein

On évitera l'emploi de flacons bouchés au liège parce que celui-ci céderait des principes réducteurs qui accéléreraient la décoloration. L'eau qui remplit les flacons devra être pure. Si l'on veut se placer dans les meilleures conditions, on choisira de l'eau distillée privée de matières organiques, mais, à défaut, on pourra se contenter d'eau distillée ordinaire et même d'eau de fontaine. On place les deux flacons sur une feuille de papier blanc et l'on verse dans chacun d'eux 25^{cc} de réactif. On abandonne l'expérience à elle-même en évitant une lumière trop vive. Le flacon contenant l'oxyde de carbone se décolore dans les limites de temps indiquées plus haut, tandis que le témoin est encore plus ou moins rosé. Il n'y a plus à se préoccuper ensuite de sa décoloration spontanée; car, un semblable mélange perdant continuellement de l'oxygène, il arrive un moment où il n'y a pas trace de permanganate. C'est pour cette raison qu'il faut préparer le réactif au moment de l'expérience. Néanmoins, j'ai pu en conserver pendant plus de trois semaines.

» Par ce moyen très simple, on pourra faire l'essai de l'air dans nombre de circonstances; on fera bien de répéter souvent l'expérience dans les bureaux, les salles d'études ou les classes, chauffés avec de mauvais appareils. La décoloration du réactif, même si elle n'était pas produite par l'oxyde de carbone exclusivement, prouverait que l'air respiré est vicié et que la ventilation est défectueuse.

» Voici les résultats de quelques expériences :

» 1° Une prise d'air est faite près d'un poêle à anthracite au moment où on le charge de combustible. Le réactif est décoloré : l'air contient de l'oxyde de carbone.

» 2° Après une saute de vent en bourrasque, le baromètre baisse de 10^{mm} en deux heures, une cheminée à feu continu et à combustion lente chauffant une pièce de dimensions moyennes semble s'éteindre ; de l'air est prélevé. Le réactif est décoloré en moins de deux heures. Le vent avait donc rabattu le gaz de la cheminée. On conçoit qu'un accident mortel aurait pu survenir si une personne avait été surprise pendant le sommeil.

» En 1861, Boussingault, répétant les expériences de de Saussure sur la décomposition du gaz carbonique par les plantes exposées à la lumière, constatait que l'oxygène dégagé n'était pas mélangé d'azote, mais bien d'oxyde de carbone accompagné parfois de méthane.

---

d'eau un bouchon en liège paraffiné à deux trous, l'un portant un siphon, l'autre un tube à coton. Après écoulement, on substituera le bouchon de verre.

» J'ai tenté de reconnaître ces gaz en prélevant des échantillons d'air dans une serre à camélias. Le réactif n'a pas été décoloré. Après huit jours de contact les flacons en expérience et leurs témoins contenaient encore une liqueur rose.

» Ces expériences m'ont naturellement amené à rechercher les causes qui font disparaître les énormes masses d'oxyde de carbone continuellement rejetées dans l'atmosphère. Ce gaz se transforme-t-il immédiatement et exclusivement en acide carbonique? Passe-t-il par le degré d'oxydation intermédiaire? En un mot, existerait-il de l'acide oxalique dans l'air? Pour répondre à cette question, j'ai recueilli de l'eau de pluie au milieu d'un parterre, loin des arbres pour éviter les principes solubles que les branches pourraient céder. Le volume du liquide ayant été réduit, les acides azotique et sulfurique ont été reconnus, et quelques essais d'analyse microchimique, assez nets, m'ont permis de caractériser des traces d'acide oxalique sous forme de sel calcique. Mais je ne puis rien affirmer encore et ces différentes questions restent à élucider. Elles feront l'objet d'une autre Note. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'acide isolauronolique.* Note de M. G. **Blanc**, présentée par M. Friedel.

« Dans une précédente Note (*Comptes rendus*, t. CXXIV, p. 468), j'ai décrit quelques dérivés de l'acide isolauronolique, entre autres l'aldéhyde $C^9H^{14}O$. L'obtention d'un pareil composé permet d'affirmer la présence du groupement $-CO^2H$ dans cet acide. Le schéma

```
          C(OH)
      CH ⁄⁄  ＼ CO
        |      |
    H²C |      | CH²
         ＼   ⁄
           CH
           C³H⁷
```

que nous avions admis d'abord doit donc être abandonné. On voit que, si l'on traite le chlorure de l'acide ainsi représenté, par le zinc-méthyle, on devrait retrouver le camphre en admettant la formule de Kekulé. J'ai tenté l'expérience, et je n'ai pas obtenu le camphre, mais un isomère que je vais décrire.

» *Cétone* : $C^{10}H^{16}O$. — On traite 2 molécules de chlorure d'isolauronolyle par

1 molécule de zinc-méthyle en présence d'éther anhydre. Le produit de la réaction, lavé et séché est ensuite distillé.

» C'est un liquide incolore, mobile, d'une odeur camphrée pénétrante, insoluble dans l'eau, miscible à tous les solvants organiques.

$$D_{14} = 0,9404.$$
Indice de réfraction à 15° = 1,4740.

» Il bout à 200°-202° à la pression normale, et sans décomposition; il est très entraînable par la vapeur d'eau.

» Il répond à la formule $C^{10}H^{16}O$ et, d'après son mode de formation, c'est un composé cétonique; effectivement, j'ai pu préparer l'oxime, la semicarbazone et l'hydrazone.

» *Oxime :* $C^{10}H^{16}AzOH$. — Obtenue par la méthode habituelle, elle se présente sous la forme de gros cristaux paraissant orthorhombiques, transparents, incolores et inodores.

» Elle fond à 64°-65° et reste facilement en surfusion.

» Elle bout à 140° (H = 13^{mm}).

» *Semicarbazone :* $C^{10}H^{16}Az.AzHCOAzH^2$. — Feuillets légèrement jaunâtres ou fines aiguilles fondant à 49°, très solubles dans l'éther et l'éther de pétrole, moins soluble dans l'alcool.

» *Hydrazone :* $C^{10}H^{16}Az.AzHC^6H^5$. — Liquide visqueux, jaunâtre, bouillant à 185°-190° (H = 13^{mm}).

» *Produits d'hydrogénation de la cétone* $C^{10}H^{16}O$. — La réduction de la cétone $C^{10}H^{16}O$ se fait difficilement quand on traite par le sodium sa solution alcoolique. Il est préférable de faire l'hydrogénation en solution éthérée placée sur une couche d'eau.

» L'opération est toujours assez longue.

» En distillant dans le vide le produit de la réaction, on obtient deux produits : un alcool $C^{10}H^{18}O$ et un composé $(C^{10}H^{17}O)^2$ qui est peut-être la pinacone du composé cétonique.

» *Alcool* $C^{10}H^{18}O$. — Liquide incolore, mobile, d'une odeur pénétrante, différant peu de celle de la cétone.

» Il bout vers 205°, sous la pression atmosphérique.

» Insoluble dans l'eau, miscible à tous les solvants organiques. Il fournit aisément l'acétate et le chlorure correspondants.

» *Composé* $(C^{10}H^{17}O)^2$. — C'est le produit qui reste dans le ballon après distillation dans le vide de l'alcool $C^{10}H^{18}O$; il se présente en petits cristaux que l'on purifie par cristallisation dans l'alcool étendu. Il est peu soluble dans l'alcool, l'éther et la ligroïne, et fond à 120°.

» Si l'on cherche à le distiller, on le scinde régulièrement en alcool et cétone

$$(C^{10}H^{17}O)^2 = C^{10}H^{18}O + C^{10}H^{16}O.$$

» Une étude plus approfondie fera connaître la nature de sa fonction, quoique jusqu'à présent, d'après son mode de formation, on puisse le considérer comme une pinacone.

» Dans une prochaine Note, nous examinerons quelques autres dérivés du nouvel isomère du camphre, que nous avons obtenus. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur un nouveau mode d'emmagasinement de l'acétylène*. Note de MM. **Georges Claude** et **Albert Hess**, présentée par M. d'Arsonval.

« L'acétylène s'est acquis en ces derniers temps une place remarquable parmi les sources d'éclairage. Cependant les divers accidents qu'il a occasionnés montrent quel intérêt il peut y avoir à sortir des chemins explorés jusqu'ici par les inventeurs et à trouver une voie qui rende moins dure à l'acétylène la période critique dont, à leur début, les plus utiles découvertes ont eu à souffrir.

» Cette voie, nous l'avons cherchée dans l'utilisation d'une propriété de l'acétylène laissée jusqu'à présent de côté, sa *solubilité* dans les liquides, solubilité considérablement exaltée, comme celle de tous les gaz, sous l'influence de la *pression*.

» Comme l'ont montré nos recherches, la solubilité de l'acétylène, déjà fort appréciable pour certains liquides depuis longtemps expérimentés (alcool, acide acétique, etc.), devient très grande avec l'acétal, le méthylal, l'acétate d'éthyle, etc., et en particulier avec l'acétone ordinaire, que la facilité de sa préparation désigne spécialement au point de vue industriel.

» A la pression ordinaire et à la température de 15°, l'acétone dissout en effet vingt-cinq fois en moyenne son volume d'acétylène.

» Cette solubilité de l'acétylène dans les divers liquides augmente à peu près proportionnellement à la pression. Ainsi, sous 12 atmosphères, 1^{lit} d'acétone (immobilisé ou non dans une matière poreuse telle que l'amiante, la pierre ponce, etc.) dissout environ 300^{lit} de gaz, ce qui correspond pratiquement à la décomposition de 1^{kg} de carbure de calcium.

» Il résulte du mode d'emmagasinement employé que l'utilisation de cet acétylène est très simple : il suffit d'ouvrir peu à peu un robinet placé à la partie supérieure du récipient contenant la dissolution sous pression et communiquant avec les appareils à alimenter pour que le gaz se dégage (sous forme de bulles ou d'un simple échange à la surface) jusqu'à concur-

rence de ce qui reste dissous sous la pression atmosphérique. Quant au liquide épuisé, il est alors apte à recevoir une nouvelle charge d'acétylène sous pression, aussi facilement utilisable.

» La dissolution sous pression de l'acétylène est accompagnée d'une augmentation de volume qui, dans le cas de l'acétone, est de 0,04 par atmosphère : ainsi, la dissolution sous 12 atmosphères présente un volume égal à une fois et demie celui du dissolvant initial. Si l'on tient compte du volume de gaz correspondant, on arrive à cette conclusion curieuse, que la densité de cette augmentation de volume, qui peut être considérée comme le volume propre occupé par l'acétylène, est de 0,700, alors que, dans les mêmes conditions de température, la densité de l'acétylène liquide est seulement de 0,400. En d'autres termes, si à de l'acétylène liquide on ajoutait de l'acétone, il y aurait contraction considérable. Il n'est donc pas impossible (et des expériences plus précises nous renseigneront à cet égard) qu'à une pression suffisante on arrive à emmagasiner dans l'unité de volume plus d'acétylène dissous que d'acétylène liquide.

» La solubilité de l'acétylène dans l'acétone diminue de moitié environ lorsque la température passe de 15° à 50°. Comme conséquence, la pression d'un récipient chargé passe du simple au double pour une élévation de température voisine de 30°. Cette variation est bien inférieure à celle de l'acétylène liquide, qui passe de 24 à 70 atmosphères pour une élévation de température de 18° seulement, ce qui contraint à l'emploi de vases à parois très épaisses.

» Avec l'acétylène dissous, au contraire, comme on peut se limiter à volonté à des pressions très faibles, on est amené à des récipients métalliques à parois très minces, peu dangereux en cas de rupture, très légers et permettant, de par cette légèreté, d'emmagasiner par unité de poids total plus d'acétylène que la liquéfaction. Il est intéressant, à ce propos, de noter que le coefficient de dilatation de l'acétylène dissous, quoique variable avec la pression, ne ressemble en rien à celui de l'acétylène liquide, ce qui permet d'utiliser beaucoup mieux les récipients en les remplissant presque complètement sans crainte de rupture. Nous nous proposons d'ailleurs de revenir ultérieurement sur ce sujet.

» Enfin, les précédents connus dans l'étude des matières explosives autorisent à penser que les caractères explosifs résultant de l'origine endothermique de l'acétylène sont, sinon totalement annihilés, du moins fortement atténués par le fait de sa dissolution dans un liquide inerte. Nous pouvons relater, à l'appui de cette manière de voir, une expérience qui a

consisté à maintenir indéfiniment dans une solution d'acétylène dans l'acétone, sous 3 atmosphères, un fil de platine porté au rouge vif par le courant électrique. »

MINÉRALOGIE. — *Sur la constitution minéralogique de l'île de Polycandros (Archipel)*. Note de M. **A. Lacroix**, présentée par M. Fouqué.

« La petite île de Polycandros (Pholégandros) n'a jamais été décrite au point de vue géologique, mais la plupart des cartes géologiques l'indiquent comme de nature volcanique. C'est sur cette indication que, l'an dernier, j'en ai entrepris l'exploration. Sa situation entre deux centres volcaniques différents, Milo à l'ouest, Santorin au sud-est, semblait rendre son étude particulièrement intéressante.

» J'ai trouvé d'abondants échantillons de roches volcaniques dans la petite anse de Karabostacis, mais ces blocs épars disparaissent à quelques mètres du rivage; nulle part dans l'île, il n'existe de roches volcaniques en place, et les quelques blocs qui peuvent être recueillis dans les ruines grecques sont à l'évidence des fragments de meules à huile. L'examen minéralogique de toutes les roches volcaniques que j'ai recueillies montre de nombreux types pétrographiques dont il est possible de reconstituer le gisement originel; il y a notamment des roches de Santorin (ponce supérieure, lave des Kaménis ou de Phira, etc.); quant aux fragments de meules, ils paraissent être constitués par des roches volcaniques d'Egine ou de Methana.

» Pour n'être pas volcanique, la constitution minéralogique de l'île n'en est pas moins intéressante; son étude m'a été rendue possible par l'aimable hospitalité du dimarque, M. Gérardis.

» Polycandros est très allongée suivant la direction nord-ouest-sud-est; elle est étranglée dans son milieu par un isthme étroit. La partie sud-est de l'île est exclusivement constituée par un calcaire marmoréen blanc ou blanc grisâtre rubanné, bréchiforme par places, alternant à son sommet avec des phyllades grises; tout cet ensemble est dépourvu de fossiles et n'a que peu d'intérêt au point de vue minéralogique; il n'en est pas de même des assises sur lesquelles il repose et qui constituent tout le reste de l'île. Cette partie plus ancienne est formée par une succession de chloritoschistes, de micaschistes, de calcschistes, alternant entre eux et avec des lits minces ou d'énormes bancs de calcaires blancs marmoréens. Ces schistes et calc-

schistes, malgré une apparente uniformité de caractères extérieurs, présentent des variations de composition minéralogique fort intéressantes.

» *Micaschistes.* — Les micaschistes satinés blancs, ou d'un jaune clair, sont constitués par de la phlogopite blonde ou incolore et par de la muscovite. Les minéraux accessoires (tourmaline, épidote) y sont rares; ces roches renferment localement des lits quartzeux et albitiques ou calcaires.

» L'accroissement progressif de la calcite conduit à des *marbres* blancs phylliteux.

» *Chloritoschistes.* — Les chloritoschistes, généralement d'un vert clair, présentent des types très variés; ils sont essentiellement constitués par une trame de chlorite (qui peut être de la pennine ou du clinochlore) associée à de la muscovite : localement, on rencontre de grands cristaux porphyroïdes d'épidote, des lits de pennine pure. Au-dessus de la baie d'Agkali, se trouvent des chloritoschistes violacés à grands cristaux d'épidote; ces roches sont colorées par des lamelles d'hématite. Ces mêmes schistes se chargent localement d'une amphibole vert bleuâtre, associée souvent à de la *glaucophane* et à des paillettes de biotite; ces minéraux forment des taches plus foncées sur le fond vert clair de la roche.

» Les moulins de Polycandros sont bâtis sur des schistes verts à aspect fibreux ou noduleux; dans le premier cas, la structure est due à la disposition régulière de petites aiguilles d'amphibole verte, associées à une chlorite et à une quantité considérable de grains irréguliers d'épidote, il existe en outre de petits grains de quartz, d'albite, et parfois des facules de glaucophane. Les types noduleux ont une composition différente; les nodules sont constitués par des cristaux de *diopside* à formes géométriques nettes : $h^1(100)$, $g^1(010)$, $d^{\frac{1}{2}}(111)$, $d^{\frac{1}{4}}(221)$, $b^{\frac{1}{2}}(\bar{1}11)$ maclés suivant h^1. Ils sont entourés de grains de quartz et d'albite, de biotite verdâtre, d'épidote, d'amphibole vert clair, parfois de *glaucophane*. Tous ces différents éléments se groupent entre eux en proportions extrêmement variées, suivant les différents points considérés. mais s'orientant toujours suivant la schistosité de la roche; les amphiboles sont souvent géométriquement orientées sur le diopside.

» *Calcschistes.* — Ces roches dérivent des précédentes par introduction de la calcite et passent aux marbres par enrichissement en calcite. Elles sont généralement riches en grands cristaux d'épidote et contiennent toujours beaucoup d'albite et de quartz. Il existe toujours des phyllites [muscovite, biotite, chlorites (chlinochlore ou pennine)]; celles-ci se concentrent parfois dans des lits distincts et irréguliers : la roche ressemble alors à un gneiss glanduleux. Plus rarement, on voit apparaître des amphiboles (hornblende verte, *glaucophane*), enfin, à la pointe de Nisios, dans un calcschiste, riche en glaucophane, j'ai observé un pyroxène vert pâle en lames minces dont les grands cristaux possèdent toutes les propriétés optiques de l'*acmite;* c'est la première fois qu'un pyroxène du groupe de l'ægyrine est trouvé dans un schiste métamorphique.

» *Accidents minéralogiques.* — J'ai constaté plusieurs accidents minéralogiques intéressants, provenant tous d'Anomeria : schistes à grands cristaux de *chloritoïde*, nodules de *disthène*, enfin amphibolites constituées

par un mélange de *riebeckite*, d'*acmite*, avec un peu de biotite et parfois d'épidote. La riebeckite n'était connue jusqu'à présent comme élément de schistes métamorphiques que dans les trois gisements de la Savoie, de la Corse et de l'Asie Mineure que j'ai signalés récemment (¹).

» Enfin, toute la région schisteuse est traversée par un nombre considérable de filonnets d'albite, associés à du quartz, de l'épidote, de l'oligiste titanifère; ils m'ont fourni des cristaux transparents d'albite, riches en faces, atteignant 1^{cm} (types cristallographiques du Dauphiné).

» Bien qu'ils présentent de nombreux types spéciaux, les schistes de Polycandros offrent en moyenne une grande analogie de composition minéralogique avec les *schistes lustrés* de la Corse et des Alpes françaises. Ils se rapprochent de ceux de l'Hymette (Attique) et doivent sans doute être parallélisés au point de vue stratigraphique avec eux, ainsi qu'avec le lambeau schisteux du sud de l'île Milo. Quant aux calcaires supérieurs de la partie sud-est de Polycandros, ils sont certainement les équivalents des calcaires du Saint-Élie à Santorin, et leur constitution pétrographique aussi bien que leur position stratigraphique fait penser aux calcaires du Parthénon, à Athènes, attribués au Crétacé. »

MINÉRALOGIE. — *Sur le rôle des phénomènes d'altération superficielle et de remise en mouvement dans la constitution des gisements métallifères.* Note de M. L. DE LAUNAY, présentée par M. Michel-Lévy.

« Les gisements métallifères ne se présentent pas, en général, aux investigations minières tels qu'ils ont été formés primitivement; mais, dans toute une zone superficielle, d'autant plus importante pratiquement qu'elle est nécessairement la première et souvent la seule exploitée, ils peuvent avoir subi, par l'action des eaux de surface, un métamorphisme très prononcé, consistant en des altérations chimiques diverses et des *remises en mouvement*, dont le rôle capital ne nous paraît pas avoir été, jusqu'ici, suffisamment mis en lumière.

» Dans bien des cas, nous croyons que ces remises en mouvement permettent d'expliquer des phénomènes qui, trop généralisés, ont donné lieu aux théories, si en vigueur à l'étranger, de la sécrétion latérale récente et du remplissage des filons *per descensum* et souvent, d'autre part, elles

(¹) *Minéralogie de la France*, t. I, p. 697; 1896.

autorisent à prévoir, dans un gisement encore à peine abordé à son affleurement, des modifications en profondeur de la plus grande importance industrielle.

» La zone que nous qualifions ici de *superficielle*, et qui est nettement limitée à sa base par le niveau hydrostatique permanent de la contrée minéralisée correspondant au thalweg des vallées principales, peut, en réalité, dans les régions très accidentées, comme les pays de montagnes, où se trouvent la plupart des filons métallifères, affecter une hauteur de plusieurs centaines de mètres, c'est-à-dire une partie relativement très considérable de ces filons et parfois la seule que l'on ait eu intérêt à exploiter, tant par suite de l'enrichissement des minerais qu'on y rencontre et des facilités de traitement spéciales résultant de l'altération même qu'à cause des très grandes difficultés d'épuisement auxquelles on se heurte souvent en dépassant le niveau hydrostatique.

» Nous ajouterons que ces phénomènes d'altération superficielle, qui caractérisent, en somme, une période d'émersion continentale, ne sont pas nécessairement restreints à la période géologique actuelle et postérieurs aux derniers mouvements ou aux érosions qui ont déterminé le relief orographique du sol; tout au contraire, ils se sont certainement produits dans les diverses zones successives de l'écorce terrestre que les progrès de l'érosion ont tour à tour entamées, et l'on doit, par exemple pour l'or, admettre que la destruction complète de ces affleurements provisoires, ainsi enrichis puis désagrégés, a contribué, par une préparation mécanique naturelle, à la richesse de certains placers formés des résultats de cette érosion.

» On peut même prévoir théoriquement et l'on semble réellement constater exceptionnellement des cas où, par suite d'un mouvement du sol, le niveau hydrostatique, au lieu de s'abaisser comme c'est sa tendance normale, se serait relevé et où, par suite, de semblables altérations, opérées à un moment où la superficie avait une forme différente de celle que nous lui voyons, se seraient trouvées préservées et conservées en profondeur dans des filons.

» Les phénomènes dont nous nous occupons en ce moment ont toujours eu lieu par l'intervention de l'eau, et leur point de départ normal est une redissolution des substances minérales, qui peut se produire par simple contact et sans altération chimique pour des minéraux solubles comme les chlorures, nitrates et borates alcalins, mais qui, le plus souvent, est précédée par une modification du minerai filonien, sous l'action des réactifs apportés par l'eau superficielle.

» De ces réactifs, le premier et le plus important est l'oxygène, qui fait passer les sulfures insolubles à l'état de sulfates solubles. Dans son ensemble, l'altération superficielle est caractérisée par une oxydation, d'autant mieux marquée que les gîtes métallifères profonds semblent, en principe, avoir été déposés dans un milieu réducteur, en sorte que la partie altérée forme un contraste frappant avec la partie profonde.

» Après l'oxygène viennent d'abord l'acide carbonique, emprunté, soit à l'air, soit aux calcaires (qui transforme les carbonates, pour la plupart insolubles, en bicarbonates); puis les nitrates, chlorures, fluorures, etc., presque toujours contenus dans les eaux.

» Mais le facteur temps joue dans ces réactions un rôle essentiel; constamment on se trouve en présence de gîtes où l'altération complète, qui semblerait devoir résulter de l'allure du niveau hydrostatique, n'est pas encore terminée, et cette circonstance, jointe à toutes les influences accidentelles si variables qui peuvent, avec la disposition des terrains, avec le régime des pluies, l'altitude, le degré de boisement, etc., modifier le régime des eaux souterraines, introduit dans les altérations des variations locales très fréquentes, dont il est parfois fort difficile de préciser la cause.

» Les remises en mouvement, si nous nous bornons exclusivement à celles qui se passent souterrainement et laissant de côté les formations d'alluvions qu'on pourrait logiquement leur rattacher, sont, le plus souvent, d'une nature chimique, c'est-à-dire qu'elles consistent en une dissolution suivie d'une reprécipitation, qui peut elle-même être provoquée par ses causes ordinaires : contact d'une paroi froide, évaporation, diminution de température ou de pression, dégagement de l'excès d'acide carbonique, double réaction produite par un autre sel (et souvent par le carbonate de chaux, ou plutôt par la dolomie); mais quelquefois il peut y avoir un simple déplacement mécanique, accompagné d'une sédimentation dans de véritables rivières souterraines.

» A moins de circonstances exceptionnelles (et, par exemple, de réactions successives se détruisant l'une l'autre), l'effet de ces altérations et déplacements a toujours été de tendre à séparer les métaux d'abord confondus en formant pour chacun d'eux, quand les réactions avaient pu être poussées jusqu'à leur terme, le composé le plus stable et le plus insoluble.

» La nature chimique des terrains encaissants a eu, d'ailleurs, sur la marche de ces réactions, une influence absolument prépondérante et les phénomènes n'ont réellement pris toute leur intensité que dans les calcaires, où des actions d'imprégnation, de substitution et de dissolution, que nous nous proposons d'étudier dans une Communication ultérieure, ont

donné à certains gîtes métallifères, notamment à ceux de fer, de manganèse, de zinc et de plomb une ampleur inusitée.

» Parfois même, quand les gisements métallifères étaient encaissés dans des calcaires, leur altération superficielle les a transformés à tel point qu'on en a, jusqu'ici, complètement méconnu la nature primitive et qu'on leur a attribué une origine à notre avis tout à fait inexacte, en considérant notamment que certains amas de minerais carbonatés étaient directement arrivés de la profondeur à l'état de bicarbonates et s'étaient, au voisinage de la surface, précipités par dégagement de leur excès d'acide carbonique, ou en admettant, tout au contraire, que l'ensemble de la formation était un simple produit superficiel, postérieur au creusement des grottes et abîmes souterrains et résultant d'un lessivage récent de certaines roches voisines, où des analyses très minutieuses avaient fait constater des traces infinitésimales de minerais.

» Nous croyons, au contraire, et nous essayerons de montrer que la plupart des grands amas carbonatés ont une origine première sulfurée (peut-être exceptionnellement fluorée) et que leur transformation en carbonates, strictement limitée au cas où les minerais avaient d'abord imprégné ou incrusté des bancs calcaires, est un résultat d'altération limité au-dessus du niveau hydrostatique : ce qui permet, par exemple, de prévoir pratiquement, pour les calamines et les cérusites, le passage à la blende et à la galène quand on dépasse ce niveau. »

MINÉRALOGIE. — *Sur le graduel appauvrissement en chaux des roches éruptives basiques de la région du Pelvoux.* Note de M. **P. Termier**, présentée par M. Michel-Lévy.

« On connaît depuis longtemps (*spilites* ou *variolites du Drac*, des anciens auteurs), tout autour du massif cristallin du Pelvoux, des *mélaphyres* en coulées épaisses, avec nappes scoriacées et tufs volcaniques, qui forment comme un niveau géologique à la base du lias. J'ai donné ici même, il y a quelques années, des analyses de ces roches et fait remarquer leur richesse en soude (et, par conséquent, l'acidité de leurs plagioclases), qui me paraissait contraster singulièrement avec l'abondance de l'olivine.

» J'ai découvert, depuis lors, sur le bord sud-est de la région cristalline, de très nombreux filons de porphyrites basiques (assez analogues aux *camptonites* de M. Rosenbuch). D'autre part, j'ai pu trouver quelques

affleurements de mélaphyres où la roche a gardé une fraîcheur relative. De la comparaison de ces mélaphyres encore bien caractérisés et des porphyrites les mieux conservées semble se dégager cette conclusion : que celles-ci sont la forme filonienne, et ceux-là la forme effusive d'un même magma, pauvre en silice et riche en magnésie.

» Revenant alors aux types de mélaphyre que j'avais étudiés autrefois, et qui sont de beaucoup les plus communs, j'ai constaté que le feldspath y est à l'état d'*albite* ou d'*anorthose*, tandis que dans les mélaphyres mieux conservés, ceux où l'on trouve encore un peu d'olivine ou d'augite, les feldspaths sont du labrador ou de l'andésine. La production de l'albite et de l'anorthose est donc un phénomène de *décalcification* secondaire. Les porphyrites m'ont permis les mêmes constatations : lorsque l'augite y est intact, les feldspaths sont du labrador ou de la bytownite; quand les silicates magnésiens sont entièrement détruits, le feldspath est devenu de l'anorthose.

» Il y a d'autres roches basiques où ce phénomène de décalcification des feldspaths est encore plus net : ce sont les *diabases* que j'ai signalés l'an dernier dans la Haute-Vallouise, et que j'ai retrouvés, cet été, en plusieurs points du massif, tantôt en lits dans les schistes métamorphiques, tantôt en dykes puissants dans le granite (Combeynot). Dans la roche intacte, le feldspath est zoné, les zones allant habituellement de $Ab^5 An^3$ à $Ab^3 An^4$. Dans la roche décalcifiée, il ne reste plus que de l'*albite avec ceinture d'anorthose,* et le seul minéral calcique de la roche est un sphène secondaire inclus dans la chlorite.

» Enfin, les galets d'*andésite à augite* contenus dans les grès et conglomérats tertiaires du massif de Chaillol (bord sud du Pelvoux) sont en voie de subir la même décalcification. Leurs feldspaths, originellement labrador ou andésine, se transforment peu à peu en albite, du cœur à la périphérie. Dans beaucoup de ces galets, la transformation est à peu près complète, et il ne reste plus qu'un mince liséré d'anorthite autour du cristal albitisé.

» Dans toutes ces roches, diabases, porphyrites et mélaphyres anciens, andésites tertiaires, la décalcification des feldspaths se fait toujours par substitution isomorphe de la molécule albite, ou de la molécule orthose, à la molécule anorthite, sans que jamais la forme du cristal soit altérée. Plus la décalcification est avancée, et plus le feldspath est devenu frais et limpide, malgré qu'il y ait toujours, dans la substitution, entraînement au sein de l'édifice feldspathique d'une notable quantité de chlorite (sous forme de fines inclusions). Il est clair que cette substitution ne peut se faire sans départ d'alumine et sans fixation de silice. Parfois, une partie de la chaux

séjourne dans la roche à l'état de calcite; le plus souvent, cette calcite elle-même a disparu, et l'analyse globale n'indique plus que des traces de chaux. Voici quelques analyses :

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
SiO^2	51,20	52,81	47,60	52,59	49,00	46,11
Al^2O^3	17,34	19,83	19,10	18,57	19,10	18,32
Fe^2O^3	12,43	11,89	11,55	8,62	11,55	16,33
CaO	6,35	0,95	7,82	1,94	4,75	1,79
MgO	4,71	5,32	6,95	9,18	6,04	6,71
K^2O	1,92	2,71	1,94	3,99	0,70	0,93
Na^2O	3,28	3,54	3,50	1,12	5,45	4,61
TiO^2	1,08	»	»	»	»	»
P^2O^5	1,27	»	»	»	»	»
Perte par calcination	2,77	3,10	2,98	3,11	6,15	4,56
Totaux	102,35	100,15	101,44	99,11	102,74	99,36

» I. Diabase normal, riche en hornblende primaire, mica noir et apatite; feldspaths zonés de Ab^5An^3 à Ab^3An^4.

» II. Diabase décalcifié, ayant gardé sa structure ophitique; albite et anorthose, chlorite avec sphène et ilménite secondaires.

» III. Porphyrite normale : olivine, augite titanifère, *mica noir*, hornblende, labrador et bytownite.

» IV. Porphyrite décalcifiée : anorthose et chlorite, sphène secondaire.

» V. Mélaphyre au maximum de conservation, mais évidemment déjà en voie de décalcification : bowlingite, chlorite, quelques débris d'olivine et d'augite, andésine et labrador avec taches de calcite.

» VI. Mélaphyre décalcifié (type habituel; il y a eu apport de fer) : ilménite épigénisant l'olivine, sphène secondaire, chlorite, albite et anorthose.

» Le processus de cette transformation est partout le même : l'olivine s'attaque la première, en donnant de la bowlingite, de la chlorite, de l'actinote, parfois un peu de quartz; l'augite s'ouralitise (diabases) ou se transforme en chlorite et épidote; des taches de calcite et des aiguilles de mica ou d'argile salissent les feldspaths; l'amphibole et la biotite chloritisent; l'apatite est dissoute; l'ilménite ancienne se détruit, remplacée par de l'ilménite nouvelle et par des grains de sphène. Puis l'albite et l'anorthose apparaissent au cœur des feldspaths, et avancent graduellement vers la périphérie; la calcite se dissout; l'épidote s'attaque à son tour; la chlorite, avec plus ou moins d'ilménite et de sphène, épigénise tout ce qui, dans la roche primitive, n'était pas feldspath; et, dans la ruine générale, l'édifice feldspathique reste seul debout, abritant désormais d'autres molécules que celles pour lesquelles il avait été construit.

» Ce travail chimique, si considérable, est l'œuvre des eaux superficielles. *Aucun silicate ne résiste à l'eau de pluie.* Les granites du Pelvoux, et la plupart de ses gneiss, sont essentiellement riches en alcalis et pauvres

en chaux : leurs albites et leurs feldspaths potassiques sont partout, à la surface, en voie de kaolinisation.

» Les eaux de pluie qui tombent sur le massif du Pelvoux deviennent donc, très rapidement, silicatées alcalines, et ce sont ces eaux, ainsi enrichies de silicates alcalins, qui, suivant toute vraisemblance, déplacent la chaux dans les roches basiques qu'elles rencontrent; ce sont elles encore qui, dans les fentes des gneiss et des micaschistes, ou dans la masse même des calcaires de la région, laissent cristalliser l'albite ou l'orthose.

» Le Pelvoux est actuellement *une source d'alcalis*. Il n'en a pas été toujours ainsi. Avant l'ablation de sa couverture sédimentaire, la région devait être une source de chaux, comme l'est aujourd'hui la région du mont Genèvre, où les feldspaths des gabbros se saussuritisent; comme le sont encore beaucoup de régions des Pyrénées, où le silicate le plus stable, *à l'heure actuelle*, paraît être le dipyre.

» Quand les granites et les gneiss du Pelvoux auront perdu leurs alcalis, l'albite, l'anorthose et la muscovite secondaires, qui sont aujourd'hui des formes stables, seront attaquées à leur tour. On peut concevoir une époque où ce qui restera du massif cristallin actuel ne montrera plus, à la surface du sol, que du quartz et de la chlorite, et où la région du Pelvoux deviendra, pour les pays environnants, une source de magnésie. »

GÉOGRAPHIE. — *Travaux exécutés par le Service géographique du corps expéditionnaire de Madagascar, pendant la campagne de* 1895. Note de M. **R. Bourgeois**, présentée par M. Bassot.

« I. L'état-major du corps expéditionnaire de Madagascar comportait, en vue des travaux géographiques qu'il serait possible, et même nécessaire d'exécuter, un bureau géographique, composé de deux officiers ayant appartenu au Service géographique de l'armée, le capitaine d'artillerie breveté Bourgeois, qui remplissait les fonctions de chef de bureau, et le capitaine d'artillerie Peyronel. En outre, il avait été décidé qu'un officier par bataillon serait chargé de dresser les itinéraires parcourus par les diverses unités, sous la direction technique des deux officiers du bureau géographique, ceux-ci étant chargés plus spécialement des opérations de triangulation et de la détermination astronomique des coordonnées géographiques.

» Le bureau du service géographique du corps expéditionnaire avait

été largement doté en instruments de Géodésie à son départ de France ; mais les faibles moyens de transport mis à sa disposition, à partir de Majunga, ne permirent d'emporter en colonne que deux théodolites de campagne, donnant les deux minutes centésimales et trois montres; chaque officier topographe fut muni d'une boussole Peigné.

» II. Le programme que l'on s'était imposé consistait à appuyer les travaux topographiques, que l'on devait pousser aussi loin que possible à droite et à gauche de la route suivie, sur une triangulation exécutée en cours de route et qui, partant de la base mesurée en 1892 par le service hydrographique de la marine dans les environs immédiats de Majunga, se relierait sur les plateaux de l'Imerina au réseau de triangles établi dans cette région par MM. A. Grandidier, Membre de l'Institut, et le R. P. Roblet, missionnaire français. Les nécessités du service et les difficultés de l'expédition furent telles que l'expédition complète de ce programme ne put être réalisée. En particulier, la triangulation dut être abandonnée pendant la marche de la colonne légère, tous les officiers, géodésiens ou topographes, remplissant à ce moment critique des fonctions exclusivement militaires. Les levés exécutés par les officiers topographes du corps de troupes [1] forment néanmoins un ensemble important, qui permet de fixer dès à présent d'une façon suffisamment exacte la topographie de toute la région parcourue. Ces travaux sont actuellement en cours de publication au Service géographique de l'armée, à l'échelle du $\frac{1}{500000}$.

» III. La triangulation s'appuie sur le côté Mât du Rova-Mât du Fort, du réseau des hydrographes, et les coordonnées de départ sont celles de ces deux points [2].

» Pour les raisons énoncées plus haut, notre enchaînement ne put dépasser le pic d'Andriba, et il s'arrête au côté sommet Hiandrereza-sommet Andriba. L'impossibilité d'arriver jusqu'à l'Imerina nous enlevait le contrôle précieux du raccordement avec la triangulation de M. Grandi-

---

(1) En particulier par MM. Aubé, capitaine au service des renseignements; Peltier, lieutenant au 13e régiment d'infanterie de marine; Simon, lieutenant au régiment d'Algérie (légion); Prudhomme, lieutenant au régiment d'Algérie (tirailleurs).

(2) Valeurs des éléments de départ (Travaux de M. l'ingénieur hydrographe Driencourt).

Mât du Rova : longitude, 43°58′45″,4; latitude, 15°43′9″,5.

Mât du Fort : longitude, 43°58′17″,4; latitude, 15°42′58″,8.

Azimut de Mât du Rova sur Mât du Fort = 111°39′57″,5.

Logarithme du côté Mât du Rova-Mât du Fort = 2,95270.

dier; mais, en cours de route, nous avons déterminé un certain nombre de latitudes astronomiques par la méthode des distances zénithales circumméridiennes du Soleil. L'accord entre les coordonnées obtenues par l'observation directe et celles déduites de la triangulation paraît suffisant, ainsi que le montre le Tableau ci-dessous, pour une chaîne observée avec un instrument de campagne.

	L observées.	L calculées.	$L_o - L_c$.
Marolambo (village)	16°. 9'.17"	16°. 8'.42"	+35"
Ambato (village)	16.29. 4	16.28.55	+ 9
Colline au sud du Camp des Sources.	17.12.36	17.11.45	+51
Andjiejié (village)	17.16.11	17.15.56	+15
Colline cotée 750m	17.21.49	17.21.31	+18
Pic d'Andriba	17.31.41	17.31.50	− 9

» IV. La triangulation comprend en tout quarante-neuf sommets; elle a permis d'encadrer tous les levés topographiques exécutés par les officiers et de garantir ainsi l'exactitude de ces travaux, qui deviendront surtout utiles lorsque seront entreprises les études d'une route entre Tananarive et Majunga. Nous en avons conclu les coordonnées géographiques suivantes d'un certain nombre de points remarquables de la région, jusqu'alors imparfaitement connus.

Points principaux de la triangulation de Majunga à Andriba.

	Latitudes.	Longitudes.	Altitudes.
Meverano (village), poste optique	−15°.57'.15"	−44°. 9'.59"	65m
Marovoay (village), rova	−16. 7.22	−44.17.12	85
Tsitondrohina (montagne), sommet	−16.46.26	−44. 4.44	402
Mevatanana (village), rova	−16.53.59	−44.32.15	123
Beratsimanana (village), sommet de la colline	−16.51. 3	−44.33.47	90
Beritzoka (montagne), sommet est	−17. 6. 9	−44.37.32	504
Beritzoka (montagne), sommet ouest.	−17. 7.12	−44.35.43	554
Pic de Namakia (montagne), sommet.	−17. 1.21	−44.46.39	693
Hiandrereza (montagne), sommet est.	−17.35.32	−44.53.38	1126

M. D.-A. Casalonga adresse une Note sur « le Mouvement de rotation lunaire ».

M. Aug. Coret adresse un Mémoire relatif à un appareil auquel il donne le nom de *kinéomètre*.

M. **Th. Colombier** adresse une Note sur « le Problème de l'aviation ».

A 3 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 3 heures et demie.

J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 8 mars 1897.

Bulletin de la Société d'encouragement pour l'Industrie nationale, publié sous la direction des Secrétaires de la Société, MM. Collignon et Aimé Girard. Février 1897. Paris, Chamerot et Renouard; 1 vol. in-4°.

Notice sur les travaux scientifiques de M. P. Puiseux, Maître de Conférence à la Faculté des Sciences, etc. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1897; 1 fasc. in-4°.

Revue générale des Sciences pures et appliquées. Directeur : Louis Olivier, 28 février 1897. Paris, G. Carré et C. Naud: 1 fasc. gr. in-8°.

Annales médico-psychologiques. Fondateur : Dr J. Baillarger. Rédacteur en chef: Dr. Ant. Ritti. Mars-avril 1897. Paris, Masson et Cie, 1897; 1 vol. in-8°.

Annales des Ponts et Chaussées. Janvier 1897. Paris, P. Vicq-Dunod et Cie; 1 vol. in-8°.

Bulletin général de Thérapeutique médicale, chirurgicale, obstétricale et pharmaceutique. Directeur scientifique : Albert Robin, Membre de l'Académie de Médecine, etc. Paris, Doin.

Journal du Ciel, couronné par l'Académie des Sciences. Bulletin de la Société d'Astronomie. Notions populaires d'Astronomie pratique. Directeur : Joseph Vinot. Avril 1897. 1 fasc. in-4°.

Bulletin de la Société géologique de France. Février 1897. Paris; 1 vol. in-8°.

Archives italiennes de Biologie, sous la direction de A. Mosso, Professeur de Physiologie à l'Université de Turin. Tome XXVI, fasc. III. Turin, Hermann Lœscher, 1896; 1 vol. in-8°.

Memorie della Societa degli Spettroscopisti italiani, raccolte e pubblicate per cura del prof. P. TACCHINI. Roma, G. Bertero, 1896; in-4°.

Anales del Instituto y observatorio de Marina de San Fernando. Sección 2ª : Observaciones meteorologicas y magneticas, año 1894. San Fernando, 1895; 1 vol. in-4°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 15 MARS 1897.

L'Aluminium. Deuxième Partie : *Alliages, emplois récents*, par ADOLPHE MINET. Paris, B. Tignol; 1 vol. in-16. (Présenté par M. Berthelot.)

Le carbure de calcium et l'acétylène. Les fours électriques, par C. DE PERRODIL, Ingénieur des Arts et Métiers. Préface de M. HENRI MOISSAN, Membre de l'Institut. Paris, Vicq-Dunod et Cie, 1897; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Moissan.)

Revue de Mécanique, publiée sous le patronage et la direction technique d'un Comité de rédaction. M. HATON DE LA GOUPILLIÈRE, Membre de l'Institut, Inspecteur général des Mines, Président. Tome I. Nos 1 et 2. Paris, Vicq-Dunod et Cie, 1897; 2 vol. in-4°.

Remarques sur la nomenclature algologique, par AUG. LE JOLIS. (Extrait des *Mémoires de la Société nationale des Sciences naturelles et mathématiques de Cherbourg*). Paris, J.-B. Baillière et fils, 1896; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

L'Hérault géologique, par P.-G. DE ROUVELLE, Doyen et Professeur honoraire de la Faculté des Sciences. 1862-1894. Montpellier, L. Combes. 1 vol. in-4°. (Hommage de l'auteur.)

Note sur un nouveau cornet acoustique servant en même temps de masseur du tympan, par le Dr MARAGE. Paris, Masson et Cie; 1 broch. in-8°.

Rapport général présenté à M. le Ministre de l'Intérieur par l'Académie de Médecine sur les vaccinations et revaccinations pratiquées en France et dans les colonies pendant l'année 1895. Melun, 1896; 1 vol. in-8°.

Publications de l'observatoire central Nicolas, sous la direction de O. BACKLUND. Série II. Vol. II. *Observations faites au cercle vertical*, par M. NYRÉN. Saint-Pétersbourg, 1896; 1 vol. in-4°.

Annuaire de l'observatoire royal de Belgique, par F. FOLIE, Directeur de l'observatoire. 1897. Bruxelles, Hayez, 1897; 1 vol. in-18.

Revue des Pyrénées. France méridionale. Espagne. Dirigée par le Dr F. GARRIGOU. Tome VIII, 1896. 6e livraison. Toulouse; 1 vol. in-8°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 29 MARS 1897,

PRÉSIDENCE DE M. A. CHATIN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** annonce à l'Académie que M. *Nansen* est présent à la séance et s'exprime en ces termes :

« J'ai l'honneur et le bonheur d'annoncer à l'Académie que M. Nansen, le savant et intrépide explorateur du pôle nord, est présent à la séance.

» Au nom de tous, je souhaite la bienvenue à l'homme éminent que nous avons élu Correspondant alors qu'il était encore au milieu des banquises, avec le ferme espoir, non déçu, qu'il se tirerait avec honneur de sa belle, mais périlleuse expédition. »

ÉLECTRICITÉ. — *Deuxième Note sur les moteurs asynchrones* [1];
par M. A. POTIER.

« Dans une Note précédente, j'ai traité de l'influence de la répartition des enroulements inducteurs sur le fonctionnement des moteurs polyphasés asynchrones. Il y aurait lieu d'examiner également l'influence de la répartition des circuits induits. M. C.-E. Brown a établi expérimentalement depuis longtemps que les barres induites devaient être nombreuses dans l'étendue d'un champ, ou, ce qui revient au même, que le nombre de ces barres devait avoir avec celui des barres inductrices un plus grand commun diviseur aussi faible que possible.

» I. La théorie générale serait compliquée et paraît sans intérêt, mais des expériences récentes ont attiré l'attention sur les propriétés des machines dont les enroulements induits sont pratiquement équivalents à une spire unique par champ magnétique double (une spire pour une machine bipolaire). C'est dans cette hypothèse que l'on se place souvent pour donner la théorie de ces machines; mais cette théorie, telle qu'elle est présentée ordinairement, est incomplète, parce qu'on néglige la réaction des courants induits sur le système inducteur, bien que les nombres d'ampère-tours de l'induit et de l'inducteur soient presque égaux dès que le moteur travaille; c'est cette théorie des moteurs à spire unique, plus compliquée que celle des moteurs à spires nombreuses, que je vais exposer. Pour ne pas allonger les calculs, je supposerai que chaque courant inducteur est réparti sur l'anneau de manière à fournir un champ sinusoïdal, c'est-à-dire que, à chaque instant, la composante radiale de la force magnétique dans l'entrefer est proportionnelle à une fonction sinusoïdale de l'angle au centre, si la machine est bipolaire, ou d'un multiple de cet angle, si elle est multipolaire.

» II. Soit un inducteur portant deux enroulements C à angle droit, faisant partie de deux circuits, sièges de forces électromotrices $E \sin \omega_1 t$, $E \cos \omega_1 t$, engendrant dans l'entrefer un flux sinusoïdal qui tourne avec la vitesse angulaire ω_1. Le fer de l'armature porte une spire unique, de résistance R_1; si ω_2 est la vitesse de rotation de l'armature, la spire est le

[1] *Comptes rendus*, t. CXXIV, p. 538.

siège de courants alternatifs de fréquence $\frac{1}{2\pi}(\omega_1 - \omega_2) = \frac{1}{2\pi}\omega$, et le flux alternatif ainsi produit est entraîné avec la vitesse ω_2 par l'armature ; mais ce flux est lui-même la somme de deux flux sinusoïdaux égaux, se déplaçant par rapport à l'armature avec les vitesses $\pm\omega$, se déplaçant par suite dans l'espace avec les vitesses $\omega_2 \pm \omega$; c'est-à-dire ω_1 et $2\omega_2 - \omega_1$.

» Le premier combiné avec le flux sinusoïdal dû aux inducteurs est ce qu'on nomme ordinairement le *flux magnétisant;* c'est également ce premier flux qui produit la force contre-électromotrice de période $\frac{2\pi}{\omega_1}$ dans les circuits inducteurs. Quant au second, on le néglige dans les théories dites élémentaires; il est clair, cependant, qu'à ce flux correspond une force électromotrice dans les circuits C_1 et des courants de période $\frac{2\pi}{2\omega_2 - \omega_1}$, et un nouveau couple électromagnétique, dont le sens change avec le signe de $2\omega_2 - \omega_1$.

» III. Le calcul confirme ce raisonnement : si R, L sont la résistance et le coefficient de self-induction des circuits C, I_1 et I_2 les intensités des courants qui y circulent, R_1, L_1 la résistance et la self-induction de la spire unique; enfin, $M\sin\omega_2 t$, $M\cos\omega_2 t$ les coefficients d'induction mutuelle de cette spire et des circuits C (ce qui exprime que le flux est sinusoïdal dans l'entrefer); I l'intensité dans la spire, le flux à travers la spire sera $M(I_1\sin\omega_2 t + I_2\cos\omega_2 t) = MX$; il sera commode de poser

$$I_1\cos\omega_2 t - I_2\sin\omega_2 t = Y.$$

MY est la dérivée du flux par rapport à l'angle au centre, de sorte qu'on aura

$$I_1 = X\sin\omega_2 t + Y\cos\omega_2 t, \qquad I_2 = X\cos\omega_2 t - Y\sin\omega_2 t.$$

» Les équations bien connues deviennent

$$(1) \qquad E\cos(\omega_1 - \omega_2)t = RX + LX' - L\omega_2 Y + I'M,$$

$$(2) \qquad E\sin(\omega_1 - \omega_2)t = RY + LY' - L\omega_2 X + \omega_2 IM,$$

$$(3) \qquad R_1 I + L_1 I' + MX' = 0,$$

ce qui montre que I et X, Y sont des fonctions sinusoïdales du temps de période $\frac{2\pi}{\omega}$, mais, par suite, que I_1 et I_2 sont les sommes de fonctions périodiques, de périodes $\frac{2\pi}{\omega_1}$ et $\frac{2\pi}{2\omega_2 - \omega_1}$ ou $\frac{2\pi}{\omega_2 - \omega}$.

» IV. Quant au couple, sa valeur MYI est de période $\frac{2\pi}{\omega}$. Pour obtenir sa valeur moyenne, on remarquera qu'en dérivant l'équation (1) par rapport au temps, ajoutant l'équation (2) après en avoir multiplié les deux membres par $\omega = \omega_1 - \omega_2$, et posant ensuite $Z\omega = X' + \omega Y$, on obtient [1]

$$o = R\omega Z + L(\omega - \omega_2)Z' = MI\omega(\omega - \omega_2);$$

par suite, la valeur moyenne de ZI pendant une période est

$$\overline{ZI} = \frac{MR(\omega - \omega_2)}{R^2 + L^2(\omega - \omega_2)^2} I^2_{\text{eff.}}.$$

» D'après l'équation (3), la valeur moyenne de X'I est $-\frac{R_1}{M} I^2_{\text{eff.}}$.

» Le couple est la valeur moyenne de

$$M\left(Z - \frac{X'}{\omega}\right):$$

il est donc $M\left[\frac{R_1}{M\omega} + \frac{MR(\omega - \omega_2)}{R^2 - L^2(\omega - \omega_2)^2}\right] I^2_{\text{eff.}}$.

» Ce couple est toujours moteur, si ω est plus grand que ω_2, ou si ω_2 est inférieur à la moitié de ω; mais il peut devenir négatif ou résistant, si ω_2 dépasse cette valeur; par exemple, si l'on a

$$4R_1 L < M^2\left(\omega_1 - \frac{R}{L}\right),$$

le couple sera résistant pour une vitesse de rotation

$$\omega_2 = \frac{1}{2}\left(\omega_1 + \frac{R}{L}\right).$$

» Comme le couple est moteur pour $\omega_2 = 0$, et pour les valeurs de ω_2 suffisamment grandes, il s'annulera deux fois entre $\omega_2 = 0$ et $\omega_2 = \omega_1$; son allure en fonction de ω_2, sera analogue à celle qui a été étudiée dans la Note précédente : il y aura deux vitesses de régime à faible charge, avec cette différence que la petite vitesse sera voisine de $\frac{\omega_1}{2}$, au lieu d'être voisine de $\frac{\omega_1}{3}$, et qu'on doit avoir égard à la nature des circuits inducteurs. »

---

[1] Il faut tenir compte de ce que $I'' + \omega^2 I = X'' + \omega^2 X = Y'' + \omega^2 Y = 0$.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les transformations des sucres et sur l'acide lévulique;* par MM. **Berthelot** et **André**.

« Autrefois le seul dédoublement régulier qui eut été étudié pour les sucres, et pour le glucose en particulier, était la formation de l'alcool

$$C^6H^{12}O^6 = 2C^2H^6O + 2CO^2,$$

formation provoquée au contact d'une cellule vivante, la levure de bière. Mais, depuis, on a découvert plusieurs autres dédoublements non moins simples, tels que la production de lacide l'actique

$$C^6H^{12}O^6 = 2C^3H^6O^3,$$

également développée à l'origine sous l'influence d'un être vivant, mais que nous savons aussi pouvoir être provoquée par la réaction purement chimique d'un alcali.

» L'influence des acides étendus détermine un troisième dédoublement, différent des précédents et qui donne naissance à l'acide lévulique :

$$C^6H^{12}O^6 = C^5H^8O^3 + CH^2O^2 + H^2O,$$

dédoublement comparable par sa simplicité avec celui qui donne naissance à l'alcool; sauf cette différence qu'il s'accomplit dans des conditions purement chimiques et sans le concours d'aucun ferment animé. Nous avons cru utile de comparer le travail thermochimique accompli dans ces diverses réactions, et nous sommes arrivés à quelques rapprochements intéressants.

» Pour cela il fallait d'abord mesurer la chaleur de formation de l'acide lévulique; nous y avons joint celle de l'anhydride ou lactone, qu'il engendre, lorsqu'il est soumis à une distillation lente. Voici les résultats observés :

» *Acide lévulique :* $C^5H^8O^3 = 116$, cristallisé. Chaleur de combustion à volume constant, rapportée à 1^{gr} :

	4980,7 cal
	4969,8
Moyenne :	4975,2

D'où, pour le poids moléculaire.....	+577,1 Cal à volume constant
	+577,4 à pression constante.
Chaleur de formation par les éléments.	+170,1.
L'acide dissous répond à...........	+166,5.
L'acide liquide répond à............	+167,9.

» *Anhydride liquide* (*lactone* ou *olide lévulique*) : $C^5H^6O^2 = 98$.

» La composition du corps sur lequel nous avons opéré a été contrôlée par l'analyse. D'après M. Wolf [1], ce corps serait un mélange de deux isomères.

» Chaleur de combustion, à volume constant, pour 1^{gr} :

$$6110^{cal},1 \quad \text{et} \quad 6124^{cal},0; \text{ moyenne} : 6112^{cal},0.$$

» Soit pour le poids moléculaire : $+599^{Cal},2$ à volume constant; $+599^{Cal},5$ à pression constante.

» Chaleur de formation par les éléments : $+79^{Cal},0$.

» Si l'on y ajoute la chaleur de formation de l'eau liquide, H^2O, soit $69^{Cal},0$, on trouve le nombre $+148^{Cal},0$; lequel comparé à $+167^{Cal},9$ conduit à la valeur $+19^{Cal},9$ pour la chaleur dégagée par l'hydratation de l'anhydride :

$$C^5H^6O^2 \text{ liquide} + H^2O \text{ liquide} = C^5H^8O^3 \text{ liquide} \ldots\ldots \quad +19^{Cal},9$$

» C'est là une valeur considérable et supérieure à la chaleur d'hydratation de la plupart des anhydrides organiques. Cependant l'olide lévulique, mis en présence de la soude étendue, ne s'y dissout pas instantanément. La réaction, d'abord assez rapide, se prolonge indéfiniment.

» L'effet thermique, tel qu'il a été mesuré dans le calorimètre, conduirait, après diverses corrections, à une valeur de $+13^{Cal},3$ environ : valeur qui n'offre pas une certitude suffisante, à cause du caractère incomplet de la réaction. Nous préférons le chiffre déduit des chaleurs de formation.

» D'après ces résultats, la formation de l'acide lévulique au moyen du glucose, dans l'état de dissolution et conformément à l'équation

$$C^6H^{12}O^6 \text{ dissous} = C^5H^8O^3 \text{ dissous} + CH^2O^2 \text{ dissous} + H^2O, \text{ dégage.} \quad +36^{Cal},7$$

Comparons ce chiffre avec la chaleur dégagée dans les autres dédoublements du glucose.

» D'après les chaleurs de formation déterminées par l'un de nous, la transformation du glucose dissous en alcool dissous et acide carbonique gazeux

$$C^6H^{12}O^6 \text{ dissous} = 2C^2H^6O \text{ dissous} + 2CO^2 \text{ gaz, dégagerait} \ldots\ldots\ldots \quad +33^{Cal},0$$

» De même, le changement du glucose en acide lactique

$$C^6H^{12}O^6 \text{ dissous} = 2C^3H^6O^3 \text{ dissous} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad +34^{Cal}$$

---

(1) *Annalen der Liebig*, t. CCXXIX, p. 249; 1885.

» On voit par ces nombres que les trois dédoublements du glucose les mieux connus répondent à des valeurs thermiques voisines. En outre, et c'est là un caractère fondamental, ils sont tous trois exothermiques; c'est-à-dire qu'ils résultent chacun d'un certain cycle de réactions, dont l'accomplissement final n'exige la consommation d'aucune énergie étrangère.

» Il en est de même du changement (théorique) du glucose en acide acétique,

$C^6H^{12}O^6$ dissous $= 3C^2H^4O^2$ dissous, dégagerait...................... $+51^{Cal},8$.

Observons que la synthèse du glucose, au moyen de l'aldéhyde méthylique, synthèse accomplie par M. Fisher à l'aide d'une série connue de réactions :

$6CH^2O$ dissous $= C^6H^{12}O^6$ dissous, dégagerait...................... $+57^{Cal},6$;

en admettant, d'après les expériences faites par M. Delépine dans le laboratoire du Collège de France, le chiffre $+40^{Cal},4$ pour la chaleur de formation par les éléments de l'aldéhyde méthylique dissous. Il résulte de là que le dédoublement du glucose en aldéhyde méthylique serait endothermique, et absorberait $-57^{Cal},6$. Il contraste dès lors complètement avec les trois dédoublements exothermiques du glucose, attendu qu'il exigerait le concours d'énergies étrangères.

» C'est sans doute en raison de sa génération au moyen de groupements aldéhydiques que la molécule du glucose se comporte comme une molécule éminemment mobile, susceptible de se scinder facilement, et dès le voisinage de la température ordinaire, en plusieurs sens différents : ses atomes constituants d'hydrogène et d'oxygène oscillent entre plusieurs centres de carbone (¹), de telle sorte que la réaction qui s'accomplit dépend de l'agent déterminant mis en jeu et des combinaisons transitoires, dont il devient l'intermédiaire. Dans tous les cas, il s'agit d'agents purement chimiques, comme le montrent la production de l'acide lévulique et celle de l'acide lactique.

» Nous n'avons jamais cessé de penser qu'il doit en être de même de la production de l'alcool; la cellule vivante qui y intervient n'étant pas le vé-

---

(¹) Sur cette théorie des liaisons mobiles, voir les recherches de M. Berthelot : *Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. VI, p. 457, 1875; — et *Bulletin de la Société chimique*, 2e série, t. XXIII, p. 202 et 340; 1875.

ritable agent spécifique de la réaction [1], mais ayant pour rôle de sécréter cet agent spécifique.

» Cette opinion, présentée à l'occasion de la découverte du ferment soluble inversif du sucre de cannes, rallie aujourd'hui la plupart des physiologistes qui s'occupent des maladies infectieuses, et elle est conforme aux études que nous exposons sur les dédoublements du glucose. »

CHIMIE. — *Sur des matières grasses trouvées dans des tombes égyptiennes d'Abydos.* Note de M. C. **Friedel**.

« M. Amélineau, qui a pratiqué, à Abydos, des fouilles lui ayant fait trouver un grand nombre d'objets intéressants et auxquels il a été conduit à attribuer une haute antiquité, puisqu'il les considère comme antérieurs à la première dynastie, a bien voulu me demander d'examiner ces objets au point de vue de leur nature et de leur composition chimique ou minéralogique.

» Il ne semble pas très utile, après les belles recherches de M. Berthelot sur la composition des métaux de ces temps anciens, de donner ici le détail de ce que j'ai trouvé relativement aux matières métalliques que j'ai eu à examiner.

» Ce qui me paraît plus nouveau, ce sont divers échantillons de matières grasses et d'autres matières organiques qui avaient été placées dans des vases de terre à l'intérieur des tombes, sans doute comme provision pour les morts.

» Le premier échantillon provenait d'une masse de plusieurs kilogrammes, ayant encore la forme du vase qui l'avait contenu et entouré d'une sorte de croûte noire.

» La masse elle-même est poreuse, grenue, d'un brun clair. Traitée par l'eau et surtout par l'eau bouillante, dans laquelle elle fond d'ailleurs, elle lui abandonne une matière à réaction acide, non volatile avec la vapeur d'eau.

» La masse principale, insoluble dans l'eau, se dissout dans l'alcool et peut être purifiée par cristallisation dans ce dissolvant. Elle se présente alors en écailles légèrement jaunâtres, dont le point de fusion est assez variable. On avait évidemment affaire à un acide gras, mais qui semblait

(1) *Chimie organique fondée sur la synthèse*, t. II, p. 619 et 653; 1860.

être encore partiellement combiné à de la glycérine et qui donnait, après cristallisation dans l'alcool, des produits fondant à des températures assez variables (54° à 62°).

» On a saponifié une certaine quantité de la matière par une digestion prolongée avec la soude; on a précipité l'acide gras par l'acide chlorhydrique et on l'a fait cristalliser à deux reprises dans l'alcool.

» Il fond alors à 59°, ce qui est sensiblement le point de fusion de l'acide palmitique.

» L'analyse de ce corps a donné :

Matière	gr 0,2034
Acide carbonique	0,5588
Eau	0,216

soit C = 74,92 pour 100; H = 12,88 pour 100.

» La formule $C^{16}H^{32}O^2$ exige C = 75,00, H = 12,50.

» C'est donc bien d'acide palmitique qu'est formée principalement la matière grasse.

» Les expériences suivantes ont donné la quantité de glycéride qui se trouve mélangée à l'acide libre :

» La matière étant trop colorée pour qu'un titrage fût possible sans une purification préalable, après l'avoir fait cristalliser dans l'alcool, essorer à la trompe et sur du papier joseph, sécher et fondre à l'étuve à 110° en l'y laissant quelque temps, on en a pris $0^{gr},5045$.

» On les a dissous dans l'alcool et on les a saturés par une solution de soude à $0^{gr},004$ de soude (NaOH) par centimètre cube. Il en a fallu $1^{cc},5$, soit $0^{gr},056$ de soude, qui correspondent à $0^{gr},358$ d'acide palmitique. Il reste donc $0^{gr},1465$ de glycéride, soit 29 pour 100 de glycéride, ce qui correspond à environ 3 pour 100 de glycérine.

» On a pris ensuite $0^{gr},5246$ de la portion de matière qui a cristallisé dans l'alcool après la première. Elle fondait à 55° environ. Il a fallu $1^{cc},2$ de solution de soude pour la saturer, c'est-à-dire $0^{gr},048$ de soude correspondant à $0^{gr},3072$ d'acide palmitique. Il reste donc $0^{gr},2174$ de glycéride, soit 41,4 pour 100 de glycéride.

» D'autres essais ont donné des nombres analogues.

» On peut donc admettre qu'il y a eu, pendant la longue conservation de la matière grasse, saponification de plus de la moitié du glycéride. Ce départ de la glycérine ne semble pas pouvoir être attribué à l'action de l'eau, puisque la matière est encore imprégnée de composés solubles. Il

résulte sans doute d'une oxydation par l'air s'exerçant de préférence sur la glycérine.

» Quant à la partie soluble dans l'eau, elle possède les caractères des acides de la série succinique. Le résidu cristallin de l'évaporation de la liqueur aqueuse représente environ 3 pour 100 de la masse totale. La petite quantité que l'on en a eue n'a pas permis de séparer complètement les acides qui forment évidemment un mélange de termes homologues de la série. Après une précipitation fractionnée par l'azotate d'argent du mélange des sels obtenus par neutralisation avec la soude, et après un assez grand nombre de cristallisations de l'acide mis en liberté par l'action de l'acide chlorhydrique sur les sels d'argent, on n'a pas réussi à obtenir un corps présentant un point de fusion constant. Pour une portion, le point de fusion s'est élevé jusqu'à 126°, pendant que pour une autre il s'abaissait jusqu'à 83°.

» Pour pouvoir faire une analyse au moins approximative, on a réuni diverses portions fondant à 117°, 123° et 126°; le mélange, pesant $0^{gr},073$, a donné : acide carbonique $= 0^{gr},1518$, eau $= 0^{gr},0555$; soit $C = 56,71$ pour 100, $H = 8,43$. L'acide azélaïque $C^9H^{16}O^4$ renferme $C = 57,44$ et $H = 8,11$.

» Les dosages d'argent, effectués par calcination des sels obtenus en précipitant par fractions les sels de sodium du mélange d'acides, ont donné des chiffres qui ont varié de 52,4 pour 100 à 57,5.

» Au sel d'argent de l'acide azélaïque correspond le nombre 53,7 et à celui de l'acide pimélique le nombre 57,7.

» Si l'on rapproche ces nombres des points de fusion qui, pour un produit ayant sensiblement la composition de l'acide azélaïque, sont supérieurs à ceux de cet acide et de l'acide pimélique, on voit que l'on avait en main un mélange d'acides de cette série qui sont précisément ceux qui se forment dans l'oxydation des acides gras par l'acide azotique.

» L'oxydation lente à l'air a donc produit un effet analogue à cette oxydation violente, en même temps qu'elle faisait disparaître une forte partie de la glycérine. L'acide gras étant formé d'acide palmitique sensiblement pur, il est probable que la matière grasse elle-même était de l'huile de palme, matière que l'on sait d'ailleurs bien se saponifier spontanément à la longue, ou une autre matière grasse analogue.

» La graisse, comme nous l'avons dit plus haut, se trouve entourée d'une couche d'une matière noire qui s'en sépare assez facilement. Cette matière est d'un aspect résineux. Elle est insoluble ou très peu soluble dans

l'alcool, l'éther, le benzène. Elle est, par contre, soluble presque en entier dans la potasse et précipitable de la solution par un acide. L'acide précipité, brun clair et soluble dans l'alcool au moment de la précipitation, redevient vitreux et noir par la dessiccation. La matière primitive a laissé à la calcination 5 pour 100 de cendres, formées principalement de carbonate de calcium avec un peu d'alumine. C'est évidemment le produit de la transformation d'une couche de résine dont le vase destiné à contenir la graisse avait été revêtu pour empêcher la graisse de suinter à travers ses parois poreuses.

» Un deuxième échantillon de matière grasse était encore contenu dans un vase de terre. Il était plus solide, plus clair et plus grenu que le premier.

» On l'a fait bouillir avec l'eau; il s'est séparé une quantité notable de sable.

» La graisse solidifiée a été reprise par l'alcool, qui la dissout en laissant encore un peu de sable. Après filtration à chaud, la liqueur alcoolique laisse déposer de petites lamelles très fines.

» On a pris $0^{gr},3154$ de cette matière cristalline, après l'avoir fondue. Il a fallu, pour saturer ce poids d'acide, $3^{cc},9$ de soude à $0^{gr},008$ par centimètre cube, c'est-à-dire $0^{gr},0312$ de soude correspondant à $0^{gr},2215$ d'acide stéarique, $C^{18}H^{36}O^2$, car on va voir que l'acide est de l'acide stéarique. Il reste donc $0^{gr},0939$ de glycéride, soit 29,7 pour 100 de la matière.

» L'acide, après trois cristallisations dans l'alcool, fondait à 69°-70°.

» Il a donné à l'analyse :

Matière	$0^{gr},189$
Acide carbonique	0,527
Eau	0,220

Soit C = 76,03 et H = 12,93 pour 100.

» L'acide stéarique contient C = 76,05, H = 12,67 pour 100. L'eau qui a servi à laver la graisse à chaud est à peine acide et ne laisse aucun résidu sensible à l'évaporation.

» Peut-être la matière grasse avait-elle été lavée par les eaux atmosphériques.

» C'était sans doute du suif de bœuf ou de mouton.

» Il est intéressant de constater que des acides gras, comme l'acide stéarique et l'acide palmitique, et même les glycérides de ces acides ont pu ainsi se conserver pendant des milliers d'années.

» Un troisième échantillon forme un pain grenu d'une couleur brun foncé. On l'a traité par le benzène et dissous ainsi 75,5 pour 100 d'une matière qui reste après l'évaporation du benzène, sous la forme d'une masse solide cristalline un peu jaunâtre, fondant seule vers 59° ou 60°. On retrouve le même point de fusion après cristallisation dans l'alcool.

» On en a pris $0^{gr},2956$, qui ont exigé $6^{cc},8$ de soude à $0^{gr},004$ par centimètre cube. Ceci correspond à $0^{gr},741$ d'acide palmitique, car, ainsi qu'on va le voir, l'acide est de l'acide palmitique. Il reste donc 41,1 pour 100 de glycéride.

» La matière, saponifiée par la potasse alcoolique, a donné par l'acide chlorhydrique un acide qui, cristallisé dans l'alcool, se présente en jolies lamelles nacrées, fondant à 58°-59°, après deux cristallisations.

» L'analyse a donné :

Matière	$0^{gr},1858$
Acide carbonique	0,513
Eau	0,2115

d'où

$$C = 75,29 \text{ pour } 100, \qquad H = 12,64.$$

C'est donc de l'acide palmitique.

» Les dernières eaux-mères alcooliques donnent un résidu qui, tout en commençant à fondre à la température de 58°-59°, renferment encore jusqu'au-dessus de 80° des parties solides. Celles-ci appartiennent à un acide à point de fusion élevé qu'il n'a pas été possible d'isoler à cause de la petite quantité de matière dont on disposait.

» Un quatrième échantillon, d'un brun jaunâtre clair, poreux, léger se présentait avec des caractères tout différents. Il brûlait en répandant une très légère odeur de graisse et en laissant une cendre abondante, fusible au chalumeau. $1^{gr},3015$ de la matière ont laissé $0^{gr},6208$ de cendres, se dissolvant dans l'acide chlorhydrique étendu avec effervescence et en faisant gelée. On y a dosé : silice, $0^{gr},0849$; alumine et sesquioxyde de fer, $0^{gr},058$; chaux, $0^{gr},1911$; chlorures alcalins, $0^{gr},1638$; chloroplatinate de potassium, $0^{gr},4822$. Soit

SiO^2	13,67	pour 100
CaO	31,42	»
$Al^2O^3 + F^2O^3$	9,34	»
K^2O	15,04	»
Na^2O	1,33	»

» Une autre prise de $2^{gr},4148$ a laissé $1^{gr},1105$ de cendres, soit 45,98

pour 100, dans lesquelles on a trouvé 0gr,1257 de silice, soit 11,31 pour 100 et 0gr,1184 d'anhydride phosphorique, soit 10,66 pour 100.

» Dans la matière primitive, on distingue un certain nombre de grains plus foncés, très fragiles, mais ayant toute l'apparence de pépins de raisin. Notre savant Confrère, M. Guignard, a bien voulu constater que je ne m'étais pas trompé en les considérant comme tels. Il a de plus, en soumettant une parcelle de la masse à un examen microscopique, pu y reconnaître, en petit nombre, quelques corpuscules allongés portant une strie ou sillon dans le sens de la longueur, et de légères stries en travers. Ces corpuscules proviennent évidemment d'une farine, mais sans qu'il soit possible de dire à quelle espèce de farine ils appartiennent.

» Toujours est-il qu'on peut conclure de ces observations que la matière en question est ce qui reste de gâteaux au raisin placés dans les tombes et dont une grande partie de la matière organique a été détruite par une combustion lente.

» Parmi les objets intéressants qui m'ont été remis par M. Amélineau, je citerai encore une série de petits vases, les uns en marbre onyx, les autres en anhydrite (sulfate de calcium anhydre) compact, d'un gris bleuâtre, dont quelques-uns étaient fermés par un petit couvercle en forme de disque. Plusieurs de ces vases renfermaient encore un peu d'une matière qui n'était autre chose que du sulfure de plomb pulvérisé, mélangé avec une quantité plus ou moins grande de graisse. C'était évidemment un cosmétique employé comme l'est encore en Orient le sulfure d'antimoine. Un seul vase avait paru renfermer une matière différente, jaunâtre, terreuse. En l'examinant de plus près, j'ai pu reconnaître que c'était un apport fait par des guêpes maçonnes dont les débris se trouvaient encore au fond du vase. »

CHIMIE. — *Sur la transformation du diamant en graphite dans le tube de Crookes.* Note de M. **Henri Moissan**.

« M. Crookes (¹) a démontré, dans ses belles recherches sur le phénomène qu'il a appelé *bombardement moléculaire*, que si l'on plaçait des diamants dans un de ses tubes ils ne tardaient pas à perdre leur éclat et à se recouvrir d'une couche noirâtre.

(¹) W. Crookes, *On radiant matter*. Conférence faite à l'Association britannique, à Sheffield, le 22 août 1879.

» Ayant assisté, dans son laboratoire, à cette curieuse expérience, je lui demandai quelques diamants ainsi bombardés pour étudier quelle était la variété de carbone qui pouvait se produire dans ces conditions.

» M. Crookes ayant bien voulu m'adresser un diamant dont la surface était complètement noircie par ce bombardement électrique, je l'ai chauffé à 60°, dans un mélange oxydant de chlorate de potassium et d'acide azotique fumant, préparé au moyen d'acide sulfurique exactement monohydraté et d'azotate de potassium, fondu et bien exempt d'humidité.

» L'attaque de cette croûte noire est très lente. Enfin, après quatre traitements successifs, il finit par s'en détacher de petits fragments que nous avons examinés au microscope; ces derniers sont jaunes, transparents et ne présentent pas de forme cristalline. La préparation est alors chauffée avec précaution, et bien avant le rouge sombre, on voit une déflagration se produire; la masse devient noire et augmente de volume. On enlève la lamelle supérieure et l'on ajoute une goutte d'acide nitrique sur la préparation; il suffit de chauffer légèrement pour détruire le dépôt noir qui s'était formé. Il s'est donc produit de l'oxyde graphitique qui, par élévation de température, a donné de l'acide pyrographitique, facilement destructible par l'acide nitrique.

» Cette réaction établit nettement que la variété de carbone qui recouvrait le diamant était du graphite. Après cette quatrième attaque, le diamant n'est pas encore transparent; il est recouvert d'un voile de couleur brun marron. Nous avons établi précédemment que le carbone en poudre très ténue ou en lame très mince possédait cette couleur. Il faut continuer les attaques par le mélange oxydant, pour obtenir une transparence parfaite.

» Cette transformation du diamant en graphite dans l'expérience de M. Crookes démontre que la température atteinte doit être très élevée. M. Crookes avait déjà établi d'ailleurs que, dans ses tubes, on pouvait fondre le platine iridié; mais la température obtenue dans le bombardement est bien supérieure, puisque la transformation du diamant en graphite ne se produit jamais à la pointe du dard bleu du chalumeau à oxygène et qu'elle exige l'intervention de la haute température de l'arc électrique.

» Nous ajouterons que ce graphite présente une grande stabilité, démontrée par la lenteur avec laquelle il est attaqué. Nous savons justement aujourd'hui que plus le graphite a été porté à une température élevée, plus il présente une grande résistance à l'oxydation.

» Avant l'attaque par le mélange oxydant la surface du diamant est noire,

lisse, à aspect de plombagine. Après l'attaque complète du graphite la surface est tourmentée, corrodée par places, indiquant que les cristaux s'attaquent davantage dans un sens que dans un autre. Certaines parties sont notablement creusées, la portion la plus tendre a été comme disséquée [1].

» En résumé, dans l'expérience de M. Crookes, la surface du diamant est transformée en graphite, phénomène que nous ne pouvons produire qu'à une température supérieure à 2000°. Nous ajouterons que la stabilité de ce graphite est tellement grande, qu'elle rappelle celle que présente le graphite maintenu dans l'arc électrique, c'est-à-dire aux environs de 3600°. »

BOTANIQUE. — *Sur les Inséminées sans ovules, formant la subdivision des Inovulées ou Loranthinées;* par M. **Ph. van Tieghem.**

« Toutes les Inséminées sans ovules connues jusqu'ici sont à la fois stigmatées, dicotylées et climacorhizes. Elles forment donc un ensemble assez homogène. Pourtant, l'organisation florale s'y modifie beaucoup et les modifications qu'elle subit sont assez importantes et assez nombreuses pour qu'il y faille distinguer d'abord deux subdivisions principales, puis, dans chacune de ces subdivisions, plusieurs familles.

» Les unes ont les fleurs hermaphrodites, les autres les ont unisexuées. Les premières ont un périanthe double, un calice et une corolle; les secondes ont un périanthe simple, un calice seulement, ou même pas de périanthe. De là, une première subdivision en *Pétalées* et *Apétalées*.

» Chez les Pétalées, le calice est quelquefois composé d'un nombre de sépales différent de celui des pétales de la corolle; en un mot, il est hétéromère. Cette disposition caractérise une famille, celle des *Nuytsiacées*.

» Partout ailleurs, le calice est isomère. Mais la corolle est tantôt gamopétale, tantôt dialypétale. Avec une corolle gamopétale, si l'ovaire est pluriloculaire, chaque carpelle ne formant qu'une seule cellule mère d'endosperme, c'est la famille des *Élytranthacées*. Si l'ovaire est uniloculaire, chaque carpelle produisant un nombre indéterminé de cellules mères d'endosperme, c'est la famille des *Dendrophthoacées*.

» Avec une corolle dialypétale, si l'ovaire est pluriloculaire et ne possède qu'une cellule mère d'endosperme par carpelle, c'est la famille des *Treubellacées*. Si l'ovaire est uniloculaire avec plusieurs cellules mères d'endosperme par carpelle, c'est la famille des *Loranthacées*.

---

[1] Ce phénomène est général pour les cristaux en voie d'attaque.

» Ensemble, ces cinq familles d'Inovulées pétalées, qui ont en même temps les fleurs essentiellement hermaphrodites, peuvent être réunies en un groupe supérieur, cohorte ou alliance, sous le nom de *Loranthales*.

» Chez les Apétalées, l'ovaire, toujours uniloculaire, est tantôt muni d'un placente central libre, tantôt dépourvu de placente différencié.

» S'il y a un placente central libre, c'est toujours dans son exoderme que prennent naissance les cellules mères d'endosperme, une par carpelle, mais elles s'y comportent de trois manières différentes. Ici, elles se forment vers le sommet et descendent en demeurant droites et incluses dans le placente : c'est la famille des *Hélosacées*. Là, elles se forment à mi-hauteur et se recourbent vers le haut en demeurant incluses dans le placente : c'est la famille des *Arceuthobiacées*. Là, enfin, elles naissent vers le sommet et descendent d'abord vers la base, puis s'incurvent en dehors, sortent du placente, pénètrent dans la face interne du carpelle et y remontent au-devant du tube pollinique : c'est la famille des *Ginalloacées*.

» S'il n'y a pas de placente différencié, les cellules mères d'endosperme naissent toujours dans l'exoderme du carpelle lui-même, au fond de la loge, ce qui permet de dire que la placentation y est basilaire. Mais tantôt il n'y a qu'une seule cellule mère d'endosperme par carpelle : c'est la famille des *Balanophoracées*; tantôt il y en a plusieurs et en nombre indéterminé : c'est la famille des *Viscacées*.

» Ensemble, ces cinq familles d'Inovulées apétalées, qui ont en même temps les fleurs essentiellement unisexuées, peuvent être réunies dans un groupe supérieur, cohorte ou alliance, sous le nom de *Viscales*.

» Enfin, le groupe tout entier des Inovulées pourra être désigné, d'après sa famille la plus importante et la plus anciennement connue, les Loranthacées, sous le nom de *Loranthinées*.

» Le Tableau suivant résume cette division progressive des Inséminées inovulées, ou Loranthinées, d'abord en deux alliances, puis en dix familles :

Inovulées ou Loranthinées.	Fleurs	hermaphrodites, pétalées. Calice LORANTHALES.	hétéromère. Corolle dialypétale. Ovaire uniloculaire			*Nuytsiacées.*
			isomère. Corolle	gamopétale. Ovaire	pluriloculaire	*Elytranthacées.*
					uniloculaire	*Dendrophthoacées.*
				dialypétale. Ovaire	pluriloculaire	*Treubellacées.*
					uniloculaire	*Loranthacées.*
		unisexuées, apétalées. Placente VISCALES.	central libre. Cellules mères d'endosperme	latérales et incluses		*Arceuthobiacées.*
				terminales	droites et incluses	*Hélosacées.*
					courbées et sortantes.	*Ginalloacées.*
			basilaire. Chaque carpelle a	plusieurs cellules mères d'endosperme		*Viscacées.*
				une seule cellule mère d'endosperme		*Balanophoracées.*

» L'absence d'ovules, qui est le caractère propre du vaste groupe ainsi

constitué, a été établie par moi en 1869 pour les Guis (*Viscum*), contrairement à l'opinion alors régnante, défendue notamment par Hofmeister. Longtemps tenue pour un fait isolé et paradoxal, elle a été confirmée depuis lors, d'abord par M. Treub en 1881 pour les Macrosolènes, en 1882 pour les Aspidixies, en 1883 pour les Dendrophthoés, puis par M. Johnson en 1888 pour les Arceuthobes. Les recherches actuelles m'ont permis de l'étendre successivement à tous les genres des dix familles qui composent le groupe des Loranthinées.

» La très grande majorité des Loranthinées sont, comme on sait, des parasites, le plus souvent vertes et vivant sur la tige des arbres, quelquefois dépourvues de chlorophylle et croissant sur leurs racines, comme les Hélosacées et les Balanophoracées. Il faut pourtant bien se garder d'en conclure, comme on l'a fait jusqu'ici sans contrôle, que la simplification organique attestée chez elles par l'absence d'ovules est une conséquence de la vie parasitaire. D'une part, en effet, toutes les autres Phanérogames parasites, soit vertes, comme les Rhinanthées, etc., soit dépourvues de chlorophylle, comme les Cuscutées, les Orobanchées, les Rafflésiacées, les Hydnoracées, etc., ont des ovules parfaitement conformés. D'autre part, il y a, parmi les Loranthales, plusieurs genres, comme la Nuytsie, les Gaïadendres, etc., qui ne sont pas du tout parasites et qui se trouvent, néanmoins, tout aussi bien que les autres, dépourvus d'ovules. L'absence d'ovules est donc ici un caractère héréditaire, appartenant à ces plantes en tant que membres d'un même groupe naturel, tout à fait indépendant de leur mode de nutrition. C'est pourquoi on a dû y attacher une valeur de premier ordre dans la classification des Inséminées.

» Reprenons maintenant une à une les dix familles définies plus haut, en suivant la marche descendante, commençant par les Loranthales les plus compliquées et finissant par les Viscales les plus simples, pour en faire connaître très sommairement les caractères et la composition.

» I. Loranthales. — Outre l'hermaphrodisme des fleurs et la présence d'une corolle, les Loranthales ont en commun plusieurs autres caractères. La bractée mère y est concrescente avec le pédicelle floral dans toute sa longueur, jusqu'à la base même de la fleur. Le calice y est gamosépale dans sa partie supérieure libre, qui entoure d'un tube plus ou moins long la base de la corolle. Les étamines sont en même nombre que les pétales, auxquels elles sont superposées et avec lesquels leurs filets sont concrescents sur une plus ou moins grande longueur. Le pistil est concrescent avec les trois verticilles externes jusqu'à la base du style, ce qui rend l'ovaire infère. Les carpelles y sont typiquement en même nombre que les pétales staminifères et alternes avec ces pétales; mais ce nombre est assez souvent réduit par avortement; leurs styles

sont concrescents en un style unique à stigmate entier. La base de l'ovaire est occupée, en dedans des faisceaux libéroligneux des carpelles, par une cupule formée d'un tissu spécial, dont les cellules isodiamétriques ont leurs membranes minces, mais fortement lignifiées, et se colorent, en conséquence, par le vert d'iode, cupule qui joue un rôle marqué dans le développement de l'œuf en embryon. Le fruit est plus ou moins glutineux et la couche visqueuse s'y établit en dehors des faisceaux libéroligneux de la corolle, en dedans des faisceaux libéroligneux du calice quand ils existent, de façon qu'elle doit être attribuée à la face interne ou ventrale des sépales. L'albumen et l'embryon y sont amylacés.

» 1. *Nuytsiacées.* — La famille des Nuytsiacées ne comprend qu'un seul genre [1].

» La tige y possède un système de canaux sécréteurs gommeux, dont il y a de trois sortes : 1° un canal médullaire axile, qui la traverse dans toute sa longueur sans s'interrompre aux nœuds ; 2° des canaux libériens secondaires, localisés dans les faisceaux réparateurs ; 3° des canaux médullaires périphériques en dedans des faisceaux foliaires et quittant la tige avec eux pour entrer dans la constitution des méristèles médianes des feuilles. En outre, elle inclut régulièrement son liber dans son bois, à raison de deux inclusions pour la première année et d'une seule pour chacune des années suivantes. La coexistence de ces divers caractères assure déjà à ce groupe une place à part, non seulement parmi les Loranthinées, mais dans l'ensemble du règne végétal.

» L'organisation florale n'est pas moins remarquable. Disposées en grappe de capitules triflores, les fleurs y sont de deux sortes dans chaque triade. La médiane a un calice trimère et est fertile ; les latérales ont un calice dimère et sont stériles. Les trois autres verticilles sont hexamères ou heptamères, et le plus externe, c'est-à-dire la corolle, est dialypétale. L'ovaire est uniloculaire, avec un placente central libre qui en remplit toute la cavité et qui produit à sa base autant de cellules mères d'endosperme qu'il y a de carpelles. De là, elles remontent à l'intérieur du placente jusqu'à son extrémité au devant des tubes polliniques. Le fruit est presque sec, avec trois ailes correspondant aux trois sépales du calice.

» 2. *Élytranthacées.* — La famille des Élytranthacées comprend actuellement quatorze genres, dont dix sont nouveaux ; ils se groupent en deux tribus [2].

» Dépourvue à la fois de canaux sécréteurs et de liber inclus dans le bois, la tige y reprend sa structure normale, qu'elle conserve ensuite dans tous les autres groupes. La fleur aussi reprend son isomérie normale pour ne plus la perdre. La corolle y est gamopétale. L'ovaire y est pluriloculaire, à loges de bonne heure oblitérées. A la base de l'angle interne de chaque loge naît une cellule mère d'endosperme, qui s'allonge vers le haut à l'intérieur du placente axile, jusqu'à la base du style, au devant du tube pollinique.

» 3. *Dendrophthoacées.* — La famille des Dendrophthoacées renferme, pour le moment, quarante-deux genres, dont trente-sept nouveaux, groupés en trois tribus [3]. La corolle y est encore gamopétale, mais l'ovaire y est uniloculaire à placentation ba-

---

[1] Voir *Bull. de la Soc. bot.*, t. XL, p. 317 et p. 341 ; 1893.
[2] Voir *Bull. de la Soc. bot.*, t. XLII, p. 437 ; 1895.
[3] Voir *Bull. de la Soc. bot.*, t. XLII, p. 356 et p. 433 ; 1895.

silaire et à loge de bonne heure oblitérée. Au fond de la loge prennent naissance, en nombre plus grand que celui des carpelles et indéterminé, les cellules mères d'endosperme, qui s'allongent ensuite vers le haut à l'intérieur de la paroi ovarienne, jusque plus ou moins haut dans le style, à la rencontre des tubes polliniques.

» 4. *Treubellacées*. — La famille des Treubellacées ne comprend jusqu'ici que sept genres, dont cinq nouveaux, groupés en deux tribus (1). La corolle y est dialypétale et l'ovaire y est pluriloculaire, avec la même disposition des cellules mères d'endosperme que chez les Elytranthacées.

5. » *Loranthacées*. — Telle qu'on la limite ici, la famille des Loranthacées renferme actuellement cinquante-deux genres, dont quarante et un nouveaux, groupés en trois tribus (2). La corolle y est dialypétale et l'ovaire uniloculaire à placente basilaire, avec la même disposition des cellules mères d'endosperme que dans les Dendrophthoacées.

» Ensemble, les cinq familles qui composent l'alliance des Loranthales comprennent donc onze tribus avec cent seize genres.

» II. Viscales. — Outre l'unisexualité des fleurs et l'absence de corolle, les Viscales ont en commun plusieurs autres caractères. La bractée mère y est indépendante du pédicelle floral. Le calice y est dialysépale dans toute sa longueur dans la fleur mâle et dans sa partie supérieure libre dans la fleur femelle. Les étamines sont en même nombre que les sépales, auxquels elles sont superposées et avec lesquels leurs filets sont concrescents sur une plus ou moins grande longueur. Le pistil est concrescent avec le calice jusqu'à la base du style, ce qui rend l'ovaire infère. Les carpelles y sont typiquement en même nombre que les sépales, auxquels ils sont superposés, mais ce nombre est souvent réduit par avortement. Le fruit est le plus souvent glutineux et la couche visqueuse s'y établit en dedans des faisceaux libéroligneux du calice et en dehors de ceux du pistil, de façon qu'elle doit, ici aussi, être attribuée à la face interne ou ventrale des sépales. L'albumen et l'embryon y sont le plus souvent amylacés.

» 1. *Arceuthobiacées*. — La famille des Arceuthobiacées ne renferme jusqu'ici qu'un seul genre (3). La fleur mâle, qui est trimère, a sur chaque sépale une anthère à un seul sac pollinique en forme d'anneau, s'ouvrant circulairement le long de son bord interne. La fleur femelle, qui est dimère, a deux carpelles épisépales, concrescents bord à bord en un ovaire uniloculaire, du fond duquel s'élève un placente central libre, remplissant presque complètement la loge. Latéralement, ce placente produit deux cellules mères d'endosperme superposées aux carpelles, dont l'extrémité profonde se relève vers le haut à l'intérieur du placente. A la maturité, le fruit s'ouvre brusquement en cercle à sa base et lance au loin toute la masse interne.

» 2. *Hélosacées*. — La famille des Hélosacées renferme actuellement cinq genres, tous dépourvus de chlorophylle et parasites sur les racines des arbres (4). La fleur mâle y est ternaire et les étamines y ont, suivant les genres, deux, trois, ou de plus

(1) Voir *Bull. de la Soc. bot.*, t. XLII, p. 434 et p. 455; 1895.
(2) Voir *Bull. de la Soc. bot.*, t. XLI, p. 497 et p. 533; 1894, et t. XLII, p. 161 et p. 344; 1895.
(3) Voir *Bull. de la Soc. bot.*, t. XLII, p. 625; 1895.
(4) Voir *Bull. de la Soc. bot.*, t. XLIII, p. 295; 1896.

nombreux sacs polliniques. La fleur femelle, qui est dimère, n'a pas de calice et l'ovaire y est surmonté de deux styles divergents. L'ovaire est uniloculaire, avec un placente central libre, remplissant toute la cavité et produisant à son extrémité deux cellules mères d'endosperme droites et descendantes, qui demeurent incluses dans le placente. Le fruit est un achaine, non une baie. L'albumen et l'embryon y sont oléagineux, non amylacés.

» 3. *Ginalloacées.* — La famille des Ginalloacées comprend, pour le moment, sept genres, dont quatre nouveaux, groupés en trois tribus (1). La fleur mâle, qui est trimère, a ses étamines, munies, suivant les genres, d'un ou de deux sacs polliniques. La fleur femelle, également trimère, n'a que deux carpelles épisépales, concrescents bord à bord en un ovaire uniloculaire, du fond duquel s'élève un placente central libre, produisant deux cellules mères d'endosperme superposées aux carpelles. Nées près de l'extrémité, elles s'allongent vers le bas et, parvenues au-dessous du niveau de séparation du placente, elles s'incurvent au dehors, pénètrent dans l'écorce du carpelle et y remontent, au moins jusqu'au niveau du sommet du placente, au devant des tubes polliniques.

» 4. *Viscacées.* — La famille des Viscacées renferme actuellement dix genres, dont trois nouveaux, groupés en trois tribus (2). Trimère ou tétramère, suivant les genres, la fleur femelle n'a jamais que deux carpelles, superposés à deux des sépales, ouverts et concrescents bord à bord en un ovaire uniloculaire à loge bientôt oblitérée. L'ovaire n'a pas de placente saillant et c'est au fond même de la loge que se forment les cellules mères d'endosperme, en nombre plus grand que deux et indéterminé. Elles s'accroissent ensuite vers le haut dans l'écorce des carpelles, au devant des tubes polliniques.

» 5. *Balanophoracées.* — Telle qu'on la limite ici, la famille des Balanophoracées ne contient pour le moment que cinq genres, dont deux nouveaux, groupés en deux tribus, tous dépourvus de chlorophylle et parasites sur racines (3). La fleur femelle est dépourvue de calice et c'est seulement par analogie avec les groupes précédents que l'ovaire peut y être dit *infère.* Le pistil est réduit à un seul carpelle fermé, sans placente saillant, produisant au fond même de la loge oblitérée une seule cellule mère d'endosperme. Le fruit est un achaine, avec albumen et embryon oléagineux, comme chez les Hélosacées.

» Ensemble, les cinq familles qui composent l'alliance des Viscales renferment donc six tribus et vingt-huit genres.

» En somme, le groupe tout entier des Inovulées ou Loranthinées, ainsi constitué avec ses deux alliances et ses dix familles, comprend actuellement, répartis entre vingt et une tribus, cent quarante-quatre genres, dont cent deux sont nouveaux pour la Science. »

---

(1) Voir *Bull. de la Soc. bot.*, t. XLII, p. 646; 1895 et XLIII, p. 161 et p. 243; 1896.

(2) Voir *Bull. de la Soc. bot.*, t. XLII, p. 562 et p. 646; 1895, et t. XLIII, p. 185 et p. 243; 1896.

(3) Voir *Bull. de la Soc. bot.*, t. XLIII, p. 295 et p. 543; 1896.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la transformation des équations algébriques.* Note de M. **Brioschi.**

« 1. Soient $x_0, x_1, \ldots, x_{n-1}$ les racines de l'équation

$$f(x) = a_0 x^n + n a_1 x^{n-1} + \frac{n(n-1)}{2} a_2 x^{n-2} + \ldots + a_n,$$

et

$$(1)\quad \begin{cases} p_r = a_0 x^r + n a_1 x^{r-1} + \ldots \\ \quad + \frac{n(n-1)\ldots(n-r+2)}{1.2\ldots(r-1)} a_{r-1} x + \frac{(n-1)(n-2)\ldots(n-r+1)}{1.2\ldots(r-1)} a_r, \end{cases}$$

le dernier coefficient numérique étant déterminé de manière que

$$\sum_0^{n-1}{}_s\, p_r(x_s) = 0.$$

» En posant

$$f_1 = \frac{1}{n} f'(x), \qquad f_2 = \frac{1}{n(n-1)} f''(x), \qquad \ldots$$

et

$$A_{r,s} = \frac{(n-1)(n-2)\ldots(n-r)}{1.2\ldots(s-1).1.2\ldots(r-s)} \frac{1}{n-r+s-1},$$

on peut exprimer la fonction p_r, comme il suit :

$$(2)\quad p_r = A_{r,1} f_{n-r} - A_{r,2}\, x f_{n-r+1} + A_{r,3}\, x^2 f_{n-r+2} + \ldots + (-1)^{r-1} A_{r,r}\, x^{r-1} f_{n-1}.$$

» Soit

$$(3)\qquad y = p_1 \alpha_{n-2} - p_2 \alpha_{n-3} + \ldots + (-1)^n p_{n-1} \alpha_0,$$

la formule de transformation, et

$$(4)\quad \psi = \alpha_0 x^{n-2} + (n-2)\alpha_1 x^{n-3} + \frac{(n-2)(n-3)}{2} \alpha_2 x^{n-4} + \ldots + \alpha_{n-2};$$

en substituant les expressions (2) dans la formule (3), on obtient

$$(5)\quad \begin{cases} y = f_{n-1}\psi_0 - (n-1) f_{n-2}\psi_1 \\ \quad + \frac{(n-1)(n-2)}{2} f_{n-3}\psi_2 + \ldots + (-1)^n (n-1) f_1 \psi_{n-2}, \end{cases}$$

dans laquelle

$$\psi_0 = \psi, \qquad \psi_1 = \frac{1}{n-2}\psi'(x), \qquad \psi_2 = \frac{1}{(n-2)(n-3)}\psi''(x), \qquad \ldots.$$

» Supposons que dans la formule (4), qui doit subsister pour une racine

quelconque x_s de l'équation $f(x) = 0$, on ait posé $x = x_s$, et soit

$$f(x) = (x - x_s)\varphi(x).$$

on aura

$$f_1(x_s) = \frac{1}{n}\varphi_0(x_s), \qquad f_2(x_s) = \frac{2}{n}\varphi_1(x_s), \qquad f_{n-1}(x_s) = \frac{n-1}{n}\varphi_{n-2}(x_s),$$

et la formule (5) devient

$$y = \frac{n-1}{n}\left[\varphi_{n-2}\psi_0 - (n-2)\varphi_{n-3}\psi_1 + \ldots + (-1)^n\varphi_0\psi_{n-2}\right],$$

ou dans la notation adoptée

(6) $$y = \frac{n-1}{n}(\varphi\psi)_{n-2},$$

et en conséquence y est un covariant simultané des formes φ, ψ.

» Si l'on suppose que $\psi(x)$ soit un covariant de l'ordre $n-2$ et du degré m de la forme $f(x)$ par un théorème que j'ai démontré autrefois, on a que $\psi(x)$ est un covariant de l'ordre $m+n-2$ et du degré m de la forme $\varphi(x)$; et dans ce cas, y sera un covariant de l'ordre $m+1$ et du degré $m+1$ de la forme $\varphi(x)$.

» 2. La formule de transformation (3), sauf quelques petites modifications, est due à M. Hermite. Cayley en a fait l'application à l'équation du cinquième degré, mais avec un calcul très laborieux. Elle comprend aussi certaines formules données par MM. Klein et Gordan [1].

» Mais la propriété caractéristique de cette formule, propriété qui en démontre la valeur, est la suivante. J'en ferai l'application aux équations du septième degré, pour ne pas écrire des formules trop longues, et la méthode reste la même dans chaque cas.

» Je pose

$$F(\alpha) = p_1\alpha_{n-2} - p_2\alpha_{n-3} + \ldots + (-1)^n p_{n-1}\alpha_0,$$

et en conséquence

$$y = F(\alpha), \qquad \Sigma y = 0.$$

» Or, l'on démontre que

(7) $$y^2 = H(\alpha) - F(\beta),$$

---

(1) Hermite, *Sur quelques théorèmes d'Algèbre, etc.* (*Comptes rendus*, 1858).
Cayley, *Mathematical Papers*, vol. IV, p. 386.
Klein, *Zur Theorie der Gleichungen sechsten und siebenten Grades* (*Math. Annalen*, Bd. 28, p. 499).
Gordan, *Math. Annalen*, Bd. 28, p. 152.

dans laquelle $H(\alpha)$ est une forme quadratique en $\alpha_0, \alpha_1, \ldots, \alpha_{n-2}$, invariant simultané des formes $f(x)$ et,

$$\alpha = \alpha_0 x^{n-2} + (n-2)\alpha_1 x^{n-3} + \ldots + \alpha_{n-2},$$

et $\beta_0, \beta_1, \ldots$, fonctions quadratiques de $\alpha_0, \alpha_1, \ldots$, sont les coefficients d'une forme

$$\beta = \beta_0 x^{n-2} + (n-2)\beta_1 x^{n-3} + \ldots + \beta_{n-2},$$

covariant simultané de $f(x)$ et $\alpha(x)$.

» La forme quadratique $H(\alpha)$ jouit de cette propriété remarquable que son discriminant est égal, sauf un coefficient numérique, au discriminant de la forme $f(x)$. Cette propriété trouve une application opportune dans la recherche des valeurs de $\alpha_0, \alpha_1, \ldots$ qui rendent $H(\alpha) = 0$. En indiquant par $S_1, S_2, \ldots$ les sommes des puissances des racines de la transformée, l'équation (7), ou

$$(8) \qquad F^2(\alpha) = H(\alpha) - F(\beta),$$

en observant que $\Sigma F(\beta) = 0$, donne

$$S_2 = nH(\alpha).$$

D'une manière analogue à l'équation précédente (8) on aura

$$F^2(\beta) = H(\beta) - F(\gamma);$$

dans cette relation

$$\gamma = \gamma_0 x^{n-2} + (n-2)\gamma_1 x^{n-3} + \ldots + \gamma_{n-2}$$

est un covariant simultané de $f(x)$, $\beta(x)$, et en conséquence de $f(x)$, $\alpha(x)$; et les $\gamma_0, \gamma_1, \ldots$ s'expriment avec les $\beta_0, \beta_1, \ldots$, comme ces dernières par les $\alpha_0, \alpha_1, \ldots$. On déduit que

$$S_4 = n[H^2(\alpha) + H(\beta)].$$

L'équation (8) donne

$$2F(\alpha)\frac{dF(\alpha)}{d\alpha_r} = \frac{dH(\alpha)}{d\alpha_r} - \frac{dF(\beta)}{dx_r}$$

pour $r = 0, 1, \ldots, n-2$. Mais $F(\alpha)$ est une fonction linéaire de $\alpha_0, \alpha_1, \ldots$, on aura donc

$$\sum_0^{n-2}{}_r \beta_r \frac{dF(\alpha)}{d\alpha_r} = F(\beta);$$

ainsi

$$(9) \qquad 2F(\alpha)F(\beta) = \sum_0^{n-2}{}_r \beta_r \frac{dH(\alpha)}{d\alpha_r} - \sum_0^{n-2}{}_r \beta_r \frac{dF(\beta)}{d\alpha_r}$$

et

$$\sum F(\alpha)F(\beta) = nK(\alpha, \beta);$$

ayant posé

$$K(\alpha, \beta) = \frac{1}{2}\sum_{0}^{n-2}{}_r \beta_r \frac{dH(\alpha)}{d\alpha_r} = \frac{1}{2}\sum_{0}^{n-2}{}_r \alpha_r \frac{dH(\beta)}{d\beta_r}.$$

Les trois sommes S_3, S_5, S_6 ont, en conséquence, les valeurs

$$S_3 = -nK(\alpha, \beta), \qquad S_5 = -n[2H(\alpha)K(\alpha, \beta) + K(\alpha, \gamma)]$$
$$S_6 = n[H^3(\alpha) + 3H(\alpha)H(\beta) + K(\beta, \gamma)].$$

Enfin, vu que, évidemment,

$$\sum_{0}^{n-2}{}_r \beta_r \frac{dF(\beta)}{d\alpha_r} = \sum_{0}^{n-2}{}_r \alpha_r \frac{dF(\gamma)}{d\beta_r},$$

l'équation (9) peut s'écrire

$$F(\alpha)F(\beta) = K(\alpha, \beta) - \frac{1}{2}\sum_{0}^{n-2}{}_r \alpha_r \frac{dF(\gamma)}{d\beta_r},$$

l'on aura ainsi

$$\sum F(\alpha)F(\beta)F(\gamma) = -nK(\alpha, \beta, \gamma),$$

où

$$K(\alpha, \beta, \gamma) = \frac{1}{2}\sum_{0}^{n-2}{}_r \alpha_r \frac{dH(\gamma)}{d\beta_r},$$

et

$$S_\gamma = -n[3H^2(\alpha)K(\alpha, \beta) + 3H(\alpha)K(\alpha, \gamma) + H(\beta)K(\alpha, \beta) + K(\alpha, \beta, \gamma)].$$

On voit donc que, dans chaque cas particulier, l'application de la méthode se réduit à déterminer l'invariant simultané H et les invariants simultanés β, γ, ...

» 3. Soit $n = 7$, $\alpha(x)$ étant, dans ce cas, une forme du cinquième ordre, les covariants simultanés

$$a = (f\alpha)_3, \qquad a' = (f\alpha)_4, \qquad a'' = (f\alpha)_5$$

sont des ordres 6, 4, 2. Un calcul très facile donne

$$\beta = (a\alpha)_3 + 3(a'\alpha)_2 + \frac{3.11}{2.5}(a''\alpha).$$

» De même, en posant

$$b = (f\beta)_3, \qquad b' = (f\beta)_4, \qquad b'' = (f\beta)_5,$$

on aura

$$\gamma = (b\beta)_3 + 3(b'\beta)_2 + \frac{3.11}{2.5}(b''\beta),$$

ainsi de suite.

» Les invariants $H(\alpha)$, $H(\beta)$, ..., $K(\alpha, \beta)$, $K(\alpha, \gamma)$, ... sont aussi des invariants des formes a, a', a''; b, b', b''. En effet, soient

$$L = \tfrac{1}{2}(aa)_6, \qquad M = \tfrac{1}{2}(a'a')_4, \qquad N = \tfrac{1}{2}(a''a'')_2,$$
$$P = (ab)_6, \qquad Q = (a'b')_4, \qquad R = (a''b'')_2,$$

on a

$$H(\alpha) \quad = -2L + \frac{2.5}{3}M - \frac{3^3}{2.5}N,$$
$$K(\alpha, \beta) = -\quad P + \frac{5}{3}Q - \frac{3^3}{4.5}R.$$

» On peut encore observer que si, dans ce cas, $n = 7$, on détermine les quantités α_0, α_1, ..., de manière que

$$H(\alpha) = 0, \qquad K(\alpha, \beta) = 0,$$

on a

$$S_2 = 0, \qquad S_3 = 0, \qquad S_4 = \quad 7H(\beta),$$
$$S_5 = -7K(\alpha, \gamma), \qquad S_6 = 7K(\beta, \gamma), \qquad S_7 = -7K(\alpha, \beta, \gamma). \text{ »}$$

M. **Henri Moissan** fait hommage à l'Académie, pour la Bibliothèque de l'Institut, d'un Volume qu'il vient de publier sous le titre de : « Le Four électrique :

« Cet Ouvrage est divisé en quatre Chapitres. Dans le premier, nous décrivons les différents modèles des fours électriques que nous avons employés dans nos recherches. Nous appliquons ensuite ces appareils à l'étude de la fusion et de la volatilisation d'un certain nombre de corps réfractaires. Le deuxième Chapitre comprend l'étude des trois variétés de carbone : carbones amorphes, graphites et diamants. Le Chapitre III a pour sujet la préparation, au four électrique, de quelques corps simples. Nous y décrivons les études exécutées au moyen du four électrique sur le chrome, le manganèse, le molybdène, le tungstène, l'uranium, le vanadium, le zirconium, le titane, le silicium et l'aluminium.

» Enfin, le Chapitre IV contient les recherches entreprises sur de nouvelles séries de composés binaires : les carbures, siliciures et borures. Nous y indiquons la découverte de corps nouveaux dont nous donnons la préparation, les propriétés et l'analyse. La préparation du carbure de calcium, en particulier, a été le sujet de nouvelles recherches que nous reproduisons avec quelques détails.

» Des conclusions générales terminent cet exposé. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions de prix chargées de juger les concours de 1897.

Le dépouillement des scrutins donne les résultats suivants :

Prix Jecker. — MM. Friedel, Troost, Schützenberger, Armand Gautier, Moissan, Grimaux.

Prix La Caze (Chimie). — MM. Berthelot, Schlœsing, Hautefeuille sont adjoints aux Membres de la Section de Chimie.

Prix Delesse. — MM. Fouqué, Des Cloizeaux, Gaudry, Hautefeuille, Marcel Bertrand.

Prix Desmazières. — MM. Van Tieghem, Bornet, Chatin, Guignard, Bonnier.

Prix Montagne. — MM. Van Tieghem, Bornet, Chatin, Guignard, Bonnier.

Prix Thore. — MM. Van Tieghem, Bornet, Blanchard, Chatin, Guignard.

Prix Savigny. — MM. Milne-Edwards, de Lacaze-Duthiers, Blanchard, Edm. Perrier, Grandidier.

Prix da Gama-Machado. — MM. Milne-Edwards, Blanchard, Edm. Perrier, Ranvier, de Lacaze-Duthiers.

Prix Montyon (Médecine et Chirurgie). — MM. Marey, Bouchard, Potain, Guyon, Chauveau, Brouardel, Lannelongue, d'Arsonval, Duclaux.

Prix Bréant. — MM. Marey, Bouchard, Potain, Guyon, Chauveau, Brouardel, Lannelongue, d'Arsonval, Duclaux.

MÉMOIRES LUS.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Émission d'eau liquide par les végétaux. Méthode nouvelle pour cette étude.* Note de M. **Maxime Cornu.**

(Renvoi à la Section de Botanique.)

« L'émission de l'eau à l'état liquide par les végétaux a donné naissance à un nombre considérable d'observations et de Mémoires. Elle se présente

dans une foule de plantes ([1]), je l'ai étudiée moi-même dans plusieurs cas et les premiers résultats remontent à vingt années.

» Les divers auteurs ne sont pas d'accord sur les lois principales du phénomène, on affirme que l'émission est tantôt irrégulière, tantôt régulière, qu'il existe une période d'émission diurne selon les uns, nocturne selon les autres ([2]).

» Il y a donc un intérêt réel à étudier d'une manière exacte comment débute cette émission, comment elle s'établit et comment elle se termine.

» Les différentes méthodes employées dans cette étude sont assez nombreuses; elles consistent en général dans la mesure du volume d'eau émis ou de la pression développée.

» J'ai tenté d'appliquer une méthode plus délicate et plus précise, permettant l'enregistrement continu et total de l'émission d'eau dans divers végétaux.

» *L'une de ces méthodes* est fondée sur *l'enregistrement électrique de la chute directe des gouttes d'eau.*

» La goutte est une quantité pour ainsi dire constante quand les conditions de chute restent constantes; elle peut alors servir d'unité. La mesure du poids ou du volume de l'eau émise contrôle l'observation du nombre des gouttes.

» *Description sommaire de l'appareil.* — Le compteur des gouttes est une sorte de fléau de balance, à bras inégaux, dont l'un, muni d'une plaque horizontale, reçoit les gouttes. La chute de la goutte rompt l'équilibre et interrompt ainsi un courant; la rupture détermine un signal sur un cylindre enregistreur entraîné par un mouvement uniforme; le signal est tracé soit par un style sur du noir de fumée, soit par une plume Richard sur du papier blanc; on peut inscrire un ou plusieurs phénomènes simultanés.

» Le courant est fourni par des éléments Callaud, qui sont extrêmement constants.

» J'ai dû exécuter moi-même la plupart des appareils employés, dont une partie importante a pu être fournie toute préparée par le commerce.

» Concurremment avec ces données, les circonstances météorologiques sont notées avec soin : soleil, pluie, état du ciel, température profonde du sol, variations de la température extérieure; toutes choses dont il est tenu un compte exact.

» La vigne est l'un des végétaux sur lesquels mes expériences ont porté.

([1]) Wieler, *Journal de Cohn, Beiträge zu Biologie der Pflanzen*, p. 2 et suivantes; 1892.

([2]) Voir le Résumé dans Detmer, *Manuel de Physiologie végétale* (trad. de Micheels, Paris, Reinwald), p. 151-161.

» Durant la mission prolongée qui me fut confiée par l'Académie pour la maladie phylloxérique, j'avais été frappé, dès 1873, de la différence que présentaient, après la taille, les vignes saines entrant en végétation au point de vue des *pleurs*. Je pensai que des expériences précises, régulières ou comparatives en donneraient l'explication. Après plusieurs essais infructueux sur des vignes en pot, je résolus d'opérer sur des ceps robustes et âgés, et n'ayant pas été blessés par les opérations de culture (taille et labours), depuis un temps suffisamment long.

» Dans ce but, je louai, à Paris, un petit jardin en 1878; mais je ne pus réussir à installer les expériences qu'en 1881, époque à laquelle j'obtins déjà une série de graphiques.

» En 1882, dans un autre jardin, je pus également réussir; en 1883, deux vignes, situées à des expositions différentes, furent étudiées comparativement.

» Depuis cette époque, divers obstacles s'opposèrent à la continuation des études, principalement la modification malencontreuse des locaux et des végétaux préparés longtemps à l'avance. C'est seulement en 1895 qu'une nouvelle série put être faite; et enfin, en 1897, trois plantes semblables furent mises en expérience côte à côte.

» Les études ont donc porté sur *huit plantes* en cinq séries.

» Les conditions météorologiques furent extrêmement différentes suivant les années: ainsi, pour deux ceps, l'émission commença le 18 et le 24 avril; pour deux autres (en 1897) le 21 mars; toutes les autres dates se rangent entre ces deux limites extrêmes.

» Dans les divers cas, la température s'éleva plus ou moins vite, entrecoupée de pluies variables; en 1883, un refroidissement très remarquable se produisit à la fin d'avril; des chutes alternatives de pluie et de neige fournirent aux expériences des variations d'un très haut intérêt.

» On opéra sur des plantes ayant un certain âge (6 à 15 ans et plus); la tige principale (de 3^{cm} à 5^{cm} de diamètre) était coupée obliquement; elle était ensuite courbée de manière que la section fût placée verticalement au-dessus du compteur de gouttes; ce dernier était à l'abri, dans une caisse, dehors, ou au dedans du laboratoire.

» *Émission*. — L'émission d'eau a pu être étudiée complètement à son début primordial. Elle peut débuter *à toute heure*. Elle apparaît sans qu'il soit nécessaire de rafraîchir la section. Elle a lieu d'abord lentement, puis elle se précipite en demeurant régulière. Elle continue ainsi pendant un temps plus ou moins long; une périodicité, d'abord peu sensible, s'établit ensuite.

» Dans le premier début de l'émission, on constate quelquefois une

irrégularité, mais elle n'est qu'apparente. L'eau perle d'abord en des points différents de la section; dans certains cas, quand l'émission est faible et que la section s'est desséchée, les gouttes primordiales donnent lieu à des chutes distinctes. Ces chutes se succèdent régulièrement malgré d'assez longs intervalles, quelquefois vingt minutes et plus. On peut souvent les repérer aisément sur le graphique, au milieu des autres. Avec l'accroissement de l'émission, ces diverses sources deviennent confluentes; c'est cette période de transition qui donne une irrégularité apparente.

» Quand les conditions extérieures demeurent régulières, la régularité de la chute des gouttes est beaucoup plus grande qu'on ne le croirait au premier abord et justifie, elle-même, la méthode d'inscription des gouttes.

» Cette émission se poursuit pendant quelques jours ou plusieurs semaines, cesse pendant plusieurs heures d'abord, puis cesse tout à fait.

» La terminaison de l'émission exige souvent plusieurs jours pour être complète, et elle donne lieu à des remarques intéressantes, lorsqu'elle se réduit à un très petit nombre de gouttes réparties sur plusieurs heures.

» Les conditions extérieures ont sur l'émission une action de plus en plus prépondérante, principalement sur la périodicité et le ralentissement de l'émission. Les résultats obtenus seront l'objet d'une Communication ultérieure. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. Robineau soumet au jugement de l'Académie une Note relative à l'heure et à la circonférence décimales.

(Commissaires : MM. Faye, Wolf, Mascart.)

CORRESPONDANCE.

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Sur les congruences associées.* Note de M. C. Guichard, présentée par M. Darboux.

« Nous disons que deux congruences, qui se correspondent droite par droite, sont *associées* lorsque les propriétés suivantes se trouvent réalisées : 1° les développables se correspondent; 2° les arcs correspondants des arêtes de rebroussement de ces développables sont égaux; 3° les distances focales correspondantes sont les mêmes.

» Je me propose de montrer comment ces congruences particulières se rattachent aux systèmes cycliques de Ribaucour.

» J'appelle *points correspondants* des deux congruences, des points qui sont placés sur des droites correspondantes, à la même distance des foyers.

» Soit D une droite de la première congruence (D); soient $1, ix_4, ix_5$ des quantités proportionnelles aux cosinus directeurs de D; iX_4, iX_5 les coordonnées du point M où D coupe le plan des yz. Les coordonnées d'un point quelconque de D seront données par les formules

$$x = \rho, \qquad y = iX_4 + \rho i x_4, \qquad z = iX_5 + \rho i x_5.$$

» Soient maintenant D' la correspondante de D; x_1, x_2, x_3 des quantités proportionnelles aux cosinus directeurs de D', choisies de telle sorte que

$$x_1^2 + x_2^2 + x_3^2 + x_4^2 + x_5^2 = 1.$$

» Soient, de plus, M' le correspondant de M; X_1, X_2, X_3 ses coordonnées. Les coordonnées d'un point quelconque de D' sont

$$x' = X_1 + \rho x_1, \qquad y' = X_2 + \rho x_2, \qquad z' = X_3 + \rho x_3.$$

» Les points correspondants sur D et D' sont ceux pour lesquels ρ a la même valeur; si ρ_1 et ρ_2 sont les valeurs de ρ qui correspondent aux foyers des deux congruences, la deuxième condition donne

$$\left.\begin{aligned} \frac{\partial X_i}{\partial u} + \rho_1 \frac{\partial x_i}{\partial u} = 0 \\ \frac{\partial X_i}{\partial v} + \rho_2 \frac{\partial x_i}{\partial v} = 0 \end{aligned}\right\} \quad i = (1, 2, \ldots, 5).$$

» On en conclut que les cinq quantités x_1, x_2, x_3, x_4, x_5 sont solutions d'une équation de la forme

$$\frac{\partial^2 \theta}{\partial u\, \partial v} = P \frac{\partial \theta}{\partial u} + Q \frac{\partial \theta}{\partial v}.$$

» Donc la sphère qui a pour coordonnées $x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, i$ est telle que les lignes de courbure se correspondent sur les deux nappes de son enveloppe. Si N est le centre de cette sphère, O un point fixe, la droite D' est parallèle à ON. Cette propriété est une propriété *caractéristique* de la représentation sphérique des congruences qui ont une associée.

» Le point de l'espace à cinq dimensions qui a pour coordonnées $(X_1, X_2, X_3, X_4, X_5)$ décrit une surface qui a des lignes de courbure. On en

conclut que les congruences cherchées dépendent de la connaissance de *trois surfaces qui ont même représentation sphérique de leurs lignes de courbure*.

» Je reviendrai sur ces congruences dans un Mémoire détaillé sur les systèmes cycliques d'ordre quelconque. Je me borne aujourd'hui à énoncer les propriétés suivantes :

» 1° Les réseaux conjugués découpés par les développables sur les deux congruences se correspondent.

» 2° Si l'une des deux congruences est une congruence de normales à une surface, il en est de même de l'autre. Les surfaces correspondantes ont aux points correspondants les mêmes rayons de courbure.

» 3° Si les développables de l'une des congruences correspondent aux lignes de courbure d'une focale de cette congruence, il en est de même pour la congruence associée.

» Il est intéressant d'examiner le cas où une congruence peut être associée à plusieurs autres. Il faut, pour cela, que deux systèmes correspondants de sphères, touchant les deux nappes de leur enveloppe suivant des lignes de courbure, aient leur centre en ligne droite avec un point fixe. Il est bien entendu que les deux systèmes de sphères ne doivent être ni homothétiques, ni inverses l'un de l'autre. Je reviendrai sur ce problème dans le Mémoire annoncé. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les singularités des équations aux dérivées partielles*. Note de M. **Jules Beudon**, présentée par M. Darboux.

« L'objet de cette Note est d'indiquer une extension de la notion de caractéristique aux équations aux dérivées partielles d'ordre supérieur et à plus de deux variables indépendantes; pour plus de netteté, je me bornerai au cas des équations linéaires du second ordre.

» 1. Soit donc l'équation

$$\sum_{i=1}^{n}\sum_{k=1}^{n} A_{ik}p_{ik} + \varphi = 0, \qquad p_{ik} = \frac{\partial^2 z}{\partial x_i \partial x_k},$$

où les A_{ik} et φ sont des fonctions de z, $x_1, \ldots, x_n$ et des dérivées du premier ordre $\left(\frac{\partial z}{\partial x_i} = p_i\right)$. Si l'on se donne une multiplicité ponctuelle à $n-1$ dimensions, et une orientation d'éléments du premier ordre *unis* le long de

cette multiplicité [c'est-à-dire ce que j'ai appelé dans un travail antérieur ([1]) une *multiplicité* M_{n-1}^1], on définit de ce chef *une* multiplicité intégrale à n dimensions de l'équation proposée. La multiplicité initiale M_{n-1}^1 peut être définie en se donnant z, x_n, p_n arbitrairement en fonction de $x_1, \ldots, x_{n-1}$; $p_1, \ldots, p_{n-1}$ étant déterminées par les relations

$$\frac{\partial z}{\partial x_i} = p_i + p_n \frac{\partial x_n}{\partial x_i} \qquad (i = 1, 2, \ldots, n-1).$$

» Pour qu'il y ait indétermination, il faut et il suffit que les fonctions z, x_n, p_n vérifient les conditions

$$(1) \qquad \sum_{\rho=1}^{n-1} \sum_{i=1}^{n-1} A_{\rho i} \frac{\partial x_n}{\partial x_i} \frac{\partial x_n}{\partial x_\rho} - \sum_{\rho=1}^{n-1} A_{\rho n} \frac{\partial x_n}{\partial x_\rho} + A_{nn} = 0,$$

$$(2) \qquad \sum_{\rho=1}^{n-1} \sum_{i=1}^{n-1} A_{\rho i} \left(\frac{\partial p_\rho}{\partial x_i} - \frac{\partial x_n}{\partial x_i} \frac{\partial p_n}{\partial x_\rho} \right) - \sum_{\rho=1}^{n-1} A_{\rho n} \frac{\partial p_n}{a x_\rho} + \varphi = 0.$$

Nous dirons alors qu'on a affaire à une *multiplicité singulière* M_{n-1}^1.

» Voici comment on pourra, dans les circonstances générales, définir ces multiplicités singulières. On prendra x_n arbitrairement en fonction de $x_1, \ldots, x_{n-1}$; l'équation (1) donnera p_n en fonction de z, $\frac{\partial z}{\partial x_1}, \ldots, \frac{\partial z}{\partial x_{n-1}}$, et l'équation (2) donnera une équation du second ordre en z, et linéaire par rapport aux dérivées du second ordre de z.

» 2. Étant donnée une multiplicité singulière M_{n-1}^1, elle sera placée sur une infinité de multiplicités intégrales : *les orientations des éléments du second ordre de ces différentes intégrales sur la multiplicité singulière sont assujetties à vérifier les équations*

$$\frac{\partial p_\rho}{\partial x_i} = p_{\rho i} + p_{\rho n} \frac{\partial x_n}{\partial x_i}, \qquad (\rho = 1, 2, \ldots, n, \quad i = 1, 2, \ldots, n-1),$$

$$(3) \qquad \sum_{\rho=1}^{n-1} \sum_{i=1}^{n-1} A_{\rho i} \left(\frac{\partial p_{nn}}{\partial x_\rho} \frac{\partial x_n}{\partial x_i} + \frac{\partial p_{nn}}{\partial x_i} \frac{\partial x_n}{\partial x_\rho} \right) + \sum_{\rho=1}^{n-1} A_{\rho n} \frac{\partial p_{nn}}{\partial x_\rho} + \ldots = 0.$$

» Il en résulte que, *si deux multiplicités intégrales ont en commun une multiplicité singulière* M_{n-1}^1, *et si elles ont, en un point de* M_{n-1}^1, *les mêmes dérivées du second ordre*, cela aura lieu *le long d'une courbe* (multiplicité à une dimension), *qui est précisément une caractéristique de l'équation* (3).

([1]) *Annales de l'École Normale*, Supplément, 1896.

» 3. Considérons un cas particulier très important. Soit l'équation

$$A\frac{\partial^2 V}{\partial x^2} + A'\frac{\partial^2 V}{\partial y^2} + A''\frac{\partial^2 V}{\partial z^2} + 2B\frac{\partial^2 V}{\partial y\,\partial z} + 2B'\frac{\partial^2 V}{\partial z\,\partial x} + 2B''\frac{\partial^2 V}{\partial x\,\partial y} + \varphi = 0,$$

dont les coefficients sont fonctions de x, y, z. On peut définir les solutions de cette équation de la façon suivante : on se donne dans l'espace à trois dimensions une surface arbitraire, et, sur cette surface, l'orientation des valeurs de V et des dérivées partielles du premier ordre, sous la condition que l'on ait, sur cette surface,

$$dV = \left(\frac{\partial V}{\partial x}\right)dx + \left(\frac{\partial V}{\partial y}\right)dy + \left(\frac{\partial V}{\partial z}\right)dz.$$

» Il y a exception pour les surfaces vérifiant l'équation

$$(4)\quad \begin{cases} 0 = A\left(\dfrac{\partial U}{\partial y}\right)^2 + A'\left(\dfrac{\partial U}{\partial y}\right)^2 + A''\left(\dfrac{\partial U}{\partial z}\right)^2 \\ \quad + 2B\left(\dfrac{\partial U}{\partial y}\right)\left(\dfrac{\partial U}{\partial z}\right) + 2B'\left(\dfrac{\partial U}{\partial z}\right)\left(\dfrac{\partial U}{\partial x}\right) + 2B''\left(\dfrac{\partial U}{\partial x}\right)\left(\dfrac{\partial U}{\partial y}\right). \end{cases}$$

» Pour qu'il y ait des solutions, il faut que l'orientation des éléments du premier ordre choisie vérifie une équation analogue à (1), *et les lignes le long desquelles l'égalité des dérivées partielles du second ordre se conserve sont précisément les caractéristiques de l'équation* (4).

» J'ai obtenu des résultats analogues, mais d'énoncé plus compliqué, pour le cas des équations d'ordre et de formes quelconques. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'interpolation*. Note de M. **Émile Borel**, présentée par M. Darboux.

« On sait que, pour former une fonction entière $f(z)$ qui, pour $z = a_1$, $a_2, \ldots$, prenne les valeurs $c_1, c_2, \ldots$, on calcule la fonction entière $\varphi(z)$ qui s'annule pour $z = a_1, a_2, \ldots$ et l'on a

$$(1)\qquad f(z) = \sum \frac{c_n \varphi(z)}{(z-a_n)\varphi'(a_n)}.$$

» La seule difficulté est relative à la convergence de la série. Dans une circonstance analogue, j'ai indiqué (Thèse, p. 36) comment on peut rendre la série convergente en remplaçant $\varphi(z)$ par $\varphi(z)\theta(z)$; je voudrais présenter sur ce point quelques observations.

» Supposons que la fonction $\varphi(z)$ admette pour zéros les seuls points $a_1, a_2, \ldots$; supposons de plus que, parmi les fonctions qui admettent tous ces zéros (et qui diffèrent par un facteur exponentiel), *ce soit celle qui croît le moins rapidement* [1]. Supposons enfin que les c_n soient tels que la série

$$(2) \qquad \sum \left| \frac{c_n}{a_n \varphi'(a_n)} \right|$$

soit convergente. Dans ces conditions, la fonction $f(z)$ est *déterminée* si, aux conditions données, on ajoute celle-ci : *on veut que $f(z)$ soit*, parmi les fonctions prenant la valeur c_n pour $z = a_n$, *celle qui croît le moins rapidement* [2]. Ainsi nous voyons que le problème *indéterminé* de l'interpolation peut devenir *déterminé* par l'adjonction d'une condition supplémentaire d'inégalité : ceci est analogue à ce que l'on sait dans le cas des polynomes. Mais voici la circonstance qui ne pouvait se présenter dans ce dernier cas. Regardant les a_n comme donnés, supposons que les c_n soient tels que la série (2) soit divergente; nous serons obligés, alors, pour obtenir *une* fonction $f(z)$, de remplacer $\varphi(z)$ par $\varphi(z)\,\theta(z)$, $\theta(z)$ étant un polynome ou une fonction entière suivant les cas; l'expression générale des fonctions $f(z)$ pourra alors s'écrire

$$f(z) = \sum \frac{c_n \varphi(z)\,\theta(z)}{(z-a_n)\varphi'(a_n)\theta(a_n)} + \varphi(z)\mathrm{H}(z),$$

$\mathrm{H}(z)$ étant une fonction entière arbitraire (pouvant se réduire à un polynome) et ici, à cause du facteur $\theta(z)$ qui figure dans le premier terme, la fonction particulière $f(z)$, que l'on obtient en faisant $\mathrm{H}(z) = 0$, ne se distingue pas des autres au point de vue de la croissance, ou tout au moins une telle distinction n'apparaît pas simplement.

» Ainsi, au premier fait que nous avons énoncé : *on peut, dans certains cas, rendre déterminé le problème indéterminé de l'interpolation au moyen*

---

(1) Cette hypothèse, pour être précisée, demanderait des recherches sérieuses, dans le cas le plus général. Mais il ne se présente pas de difficulté dans les applications que nous indiquons et qui sont actuellement notre but principal. On pourrait aussi comparer la fonction $\varphi(z)$ à celles que l'on obtient en la multipliant par un facteur non exponentiel.

(2) Voir la Note précédente. Il serait préférable de dire que $f(z)$ est assujettie à croître *de la même manière* que $\frac{z}{1}\varphi(z)$.

d'une condition d'inégalité, nous devons ajouter celui-ci, non moins important : *cela n'est possible que si les données elles-mêmes vérifient des conditions du même genre.*

» Or, ces deux remarques paraissent constituer une loi très générale et dont on connaît déjà de nombreux exemples, sans cependant les avoir reliés entre eux. Par exemple, trouver une fonction de variable réelle admettant des dérivées données pour $z = 0$ est un problème indéterminé; on peut le déterminer en ajoutant que la fonction est analytique et régulière dans le voisinage de $z = 0$, mais seulement dans le cas où les valeurs données des dérivées rendent convergente la série de Taylor.

» J'indiquerai aussi le *problème des moments,* traité par Stieltjes dans son beau Mémoire sur les fractions continues (*Annales de Toulouse,* 1894); ici l'inégalité qui détermine, *dans certains cas,* le problème, est l'hypothèse que les masses sont positives. Ce problème de Stieltjes est d'ailleurs rendu particulièrement intéressant par le fait qu'il permet de jeter une lumière nouvelle sur le rôle de certaines séries divergentes : c'est là un point sur lequel j'aurai sans doute l'occasion de revenir.

» Enfin, un autre exemple bien connu nous est donné par les séries de Fourier : la connaissance de leurs coefficients permet de déterminer la fonction, *si l'on sait que celle-ci est développable,* à condition, bien entendu, que les coefficients rendent la série convergente. Le cas où elle serait divergente, soit en certains points, soit en tous les points, n'a pas été, je crois, examiné jusqu'ici.

» Je vais indiquer brièvement, en choisissant, pour fixer les idées, ce dernier exemple, la relation qu'il y a entre ces remarques et les propriétés des fonctions entières. Posons

$$f(z) = \int_{-\pi}^{+\pi} \varphi(x) e^{izx}\, dx,$$

et supposons que la fonction $\varphi(x)$ satisfasse aux conditions de Dirichlet. Dès lors, si l'on connaît les valeurs de $f(z)$ pour $z = 0, \pm 1, \pm 2, \ldots$, la fonction $\varphi(x)$ est déterminée et par suite la fonction entière $f(z)$ est *connue sans ambiguïté.* On remarquera qu'il résulte de l'expression de $f(z)$ sous forme d'intégrale que c'est une fonction à croissance moins rapide que $\sin \pi z$, mais à croissance plus rapide que $\sin \pi(1-\varepsilon)z$, quelque petit que soit ε. Tout cela est en parfait accord avec les remarques faites au début sur les fonctions entières.

» Je pense que ces exemples, malgré le peu de développement que je

puis leur donner ici, auront suffi pour montrer l'intérêt qu'il peut y avoir à rapprocher de la théorie des zéros des fonctions entières et du problème connexe de l'interpolation, les nombreuses questions dans lesquelles on se propose de déterminer une fonction par des conditions discrètes quelconques. J'espère revenir prochainement sur ce sujet dans un Mémoire plus étendu. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les différentielles successives d'une fonction de plusieurs variables indépendantes.* Note de M. **E. Goursat**, présentée par M. Appell.

« Une Note de M. Moutard, publiée dans le dernier numéro des *Comptes rendus* (p. 603), renferme l'énoncé de plusieurs problèmes relatifs aux différentielles successives d'une fonction d'un nombre quelconque de variables indépendantes. Je me permettrai de rappeler que, dans un travail ([1]) publié en 1885, j'ai donné la solution complète d'un de ces problèmes : *Trouver toutes les fonctions d'un nombre quelconque de variables, telles que deux différentielles consécutives aient un facteur commun.* Les propositions IV et V de M. Moutard sont établies au début de ce travail. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur un appareil complet pour les recherches relatives aux ondes électromagnétiques.* Note de M. **Jagadis Chunder Bose**, présentée par M. A. Cornu.

« L'appareil que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie offre, sous un très petit volume, l'ensemble de tous les dispositifs qui permettent de reproduire les expériences de Herz sur l'analogie des ondes électromagnétiques et des ondes lumineuses : réflexion, réfraction, diffraction, double réfraction; polarisation rectiligne, circulaire et magnétique.

» Les simplifications résultent de la production de radiations de très courte longueur d'onde (voisines de 1^{cm}, ainsi qu'il résulte d'observations faites avec un réseau).

([1]) *Sur les différentielles des fonctions de plusieurs variables* (*Comptes rendus*, t. CI, p. 309; 1885, et *Annales de l'École Normale supérieure*, 3e série, t. II, p. 255).

» 1° *Excitateur* ou *vibrateur*. — Il est formé par deux petites boules de platine (2^{mm} de diamètre) en communication avec les extrémités du fil secondaire d'une petite bobine d'induction (20^{cm} de longueur environ). La décharge de ces deux boules se fait par l'intermédiaire d'une sphère de platine (diamètre 8^{mm}). La double étincelle est très courte ($\frac{1}{2}$ à $\frac{1}{3}$ de millimètre) et elle est produite par la rupture du courant primaire excité par un petit accumulateur : la rupture est rendue très nette par l'emploi d'un condensateur Fizeau de capacité convenable. La décharge oscillante d'une seule étincelle suffit pour produire l'onde permanente utilisable : on évite ainsi les inconvénients du trembleur ordinairement employé dont les étincelles répétées constamment épuisent la pile et altèrent le poli de la surface des sphères excitatrices. Tout le système de la bobine et de l'excitateur est enfermé dans une boîte métallique ouverte seulement devant les sphères pour livrer passage à l'onde électrique.

» 2° *Récepteur*. — Il est fondé sur le phénomène découvert par M. Branly, c'est-à-dire sur la diminution soudaine de résistance, produite sur une masse de limaille métallique sous l'action d'une radiation électrique. Mais le tube à limaille (utilisé comme récepteur par M. O. Lodge) est très capricieux : on rend l'appareil à la fois très stable et très délicat en remplaçant les grains de métal par de petits morceaux de fils métalliques très fins ($0^{mm},2$ de diamètre) roulés en hélice (2^{mm} de diamètre) : on superpose parallèlement entre eux une quinzaine de ces petits rouleaux (4^{mm} à 5^{mm} de longueur) dans la rainure d'une lame d'ébonite : une vis micrométrique règle à volonté le serrage des points de contact et par suite la résistance du système, de manière que le courant d'un accumulateur convenablement *shunté* (à $0^{volt},45$ de force électromotrice) se réduise à quelques dix-millièmes d'ampère observés dans le circuit d'un galvanomètre apériodique Deprez-d'Arsonval.

» Le réglage réciproque de la résistance et de la force électromotrice du couple électromoteur est très important pour la sensibilité de l'appareil : lorsque le récepteur est frappé par l'onde électrique le galvanomètre est dévié avec énergie. En manœuvrant la vis de serrage on ramène la déviation à sa valeur primitive pour une observation nouvelle.

» 3° *Expériences*. — Les expériences ordinaires de réflexion et de réfraction sont bien connues; j'insisterai seulement sur la détermination exacte de l'indice de réfraction de diverses substances (paraffine, poix, etc.), particulièrement du soufre ou de l'ébonite ($n = 1,73$), à l'aide desquels j'ai construit une lentille cylindrique de foyer déterminé qui permet d'obtenir un faisceau sensiblement parallèle de radiations électromagnétiques. Grâce à

cette disposition les expériences gagnent beaucoup en netteté et en précision.

» La propriété des ondes électriques de se *polariser* est l'une des plus significatives : on produit aisément un polariseur et un analyseur en construisant deux grils identiques : disposés parallèlement, ils laissent passer l'onde : croisés, ils l'interceptent. C'est l'analogue du phénomène des nicols croisés.

» Tous les minéraux optiquement biréfringents (spath d'Islande, idocrase, barytine, gypse microcline) présentent la double réfraction électrique, c'est-à-dire rétablissent le passage de l'onde interceptée par les grils croisés lorsqu'on place leurs sections principales à 45° de la direction des grils.

» On observe de même le *dichroïsme* électrique : l'épidote le présente à un haut degré, la tourmaline à un degré beaucoup moindre.

» Au contraire les substances fibreuses minérales (serpentine fibreuse, gypse fibreux, némalite), végétales (jute, papier) ou animales (chevelure) offrent une absorption élective considérable.

» Ce résultat conduit à une expérience très curieuse. Un livre peut servir de polariseur ou d'analyseur pour les ondes électriques, car les vibrations parallèles aux pages sont complètement absorbées et celles perpendiculaires aux pages sont transmises avec polarisation complète.

» En rapprochant ces phénomènes d'absorption élective de la conductibilité pour les courants continus, j'ai reconnu que la direction d'absorption des vibrations électriques est celle du maximum de conductibilité. La vérification numérique est très nette avec certaines espèces minérales (némalite, chrysotile, gypse fibreux). Ces expériences [1] ont été répétées récemment devant la Société de Physique. »

PHYSIQUE. — *Actions mutuelles des électrodes et des rayons cathodiques dans les gaz raréfiés*. Note de M. **H. Deslandres**, présentée par M. Poincaré.

« Dans un Mémoire récent [2], j'ai montré que la partie basse de l'atmosphère solaire (chromosphère et protubérances) était très probablement le siège de phénomènes électriques permanents, comparables à ceux de notre

---

[1] Ce Travail a été exécuté au laboratoire de Physique du Presidency College (Calcutta).

[2] Rapport sur les observations de l'éclipse totale du 16 avril 1893 au Sénégal.

atmosphère, et j'ai émis l'opinion que la couronne ou partie haute de l'atmosphère solaire et ses rayons caractéristiques étaient simplement des rayons cathodiques émis par la chromosphère supérieure, électrisée et raréfiée ([1]). J'ai attribué la courbure des jets coronaux au champ magnétique solaire et aux actions mutuelles des rayons cathodiques.

» Cependant l'examen des expériences de laboratoire, sur les actions mutuelles des rayons cathodiques, montre que la question n'est pas encore bien éclaircie; et j'ai été conduit à des recherches nouvelles que je présente dans cette Note.

» Les expériences classiques sur la matière sont dues à Crookes, à Wiedemann et Ebert.

» Un tube à vide contient deux électrodes voisines (n° 1 et n° 2), et en face d'elles un écran percé de deux fenêtres qui leur correspondent et isolent au delà de l'écran deux rayons cathodiques. J'appellerai partie en deçà de l'écran le côté qui contient les électrodes. Dans la partie au delà, on note sur le verre la position exacte de la plage phosphorescente, lorsque chaque électrode est prise seule comme cathode; puis on réunit les deux électrodes au pôle négatif. On constate un écartement des plages phosphorescentes. Crookes a conclu à la répulsion de deux rayons cathodiques parallèles.

» Puis Wiedemann et Ebert ont ajouté à l'une des fenêtres de l'écran un petit volet qui peut la fermer à volonté; et ils ont reconnu que la déviation des plages phosphorescentes était la même, lorsque la fenêtre-volet était ouverte ou fermée. La répulsion constatée se produit donc, non pas dans la partie au delà de l'écran, mais dans la partie en deçà, du côté des électrodes. Quelques-uns même à ce sujet ont écrit : « Il n'y a pas répulsion entre deux rayons cathodiques, mais répulsion entre une cathode et les rayons d'une autre cathode. »

» Pour ma part, j'ai cherché d'abord à expliquer le phénomène par de simples actions électrostatiques entre les électrodes, sans invoquer aucune propriété spéciale des rayons. Le rayon cathodique est dû à la charge négative forte développée sur l'électrode ; toute cause qui modifie cette charge ou sa répartition, comme par exemple le voisinage d'une seconde électrode

---

([1]) Cette hypothèse, qui explique bien tous les phénomènes singuliers de la couronne, fournit, en plus, la force répulsive émanée du Soleil, que les auteurs ont admise sans préciser sa nature; elle explique aussi la coïncidence entre les orages magnétiques terrestres et le passage des fortes taches près du méridien central du Soleil.

électrisée, peut agir sur les rayons eux-mêmes. Si la seconde électrode est aussi cathode, les deux charges négatives sont repoussées, de même aussi les rayons, et les deux expériences précédentes s'expliquent aisément.

» Mais, dans cet ordre d'idées, si la seconde électrode est prise comme anode, on doit avoir une attraction. Pour vérifier cette conséquence, j'ai construit un tube à vide analogue au précédent, et disposé de manière à donner de fortes déviations des plages phosphorescentes. Les actions exercées sur le rayon de l'électrode n° 1 sont résumées dans le Tableau suivant :

Électrode n° 1.	Électrode n° 2.	Action exercée sur le rayon n° 1.
Cathode.	Anode.	Attraction de 3mm à 7mm, suivant la pression (¹).
Cathode.	Isolée.	0, point origine des déviations.
Cathode.	Reliée à la Terre.	Répulsion, 1mm.
Cathode.	Cathode.	Répulsion, 18mm.

» Tout se passe comme si l'anode exerçait une attraction.

» Mais, toujours dans le même ordre d'idées, un corps conducteur isolé, ou même un corps isolant doivent agir comme un corps électrisé positivement et produire aussi une attraction.

» Pour vérifier cette deuxième conséquence, j'ai ajouté dans le tube à vide une troisième électrode, placée près de l'électrode n° 1 et pouvant tourner autour d'elle, mais sans intercepter le rayon qu'elle envoie sur la fenêtre (²). Or, lorsqu'on déplace la troisième électrode, qui est isolée, ce rayon cathodique de la fenêtre suit le mouvement comme s'il était attiré. Pour deux positions opposées de l'électrode n° 3, la déviation atteint 3mm. Lorsque l'électrode est anode, l'attraction est plus forte et la déviation atteint 4mm,5.

» J'ai obtenu le même résultat en ce qui concerne le sens de la déviation avec une troisième électrode en fer et en laiton, et même avec une lame de mica. D'où la conclusion :

» *Lorsque, dans le voisinage d'une cathode, on a un corps conducteur ou isolant qui est pris comme anode ou est isolé, tout se passe comme si les rayons cathodiques étaient attirés* (³).

(¹) La plage déviée dans le sens de l'attraction est en même temps élargie.

(²) J'ai employé en réalité trois tubes différents : le premier a été fourni par la maison Seguy, les deux autres par la maison Chabaud.

(³) Cette propriété permet d'expliquer pourquoi l'ombre portée par un corps très voisin d'une cathode est peu nette.

» Mais l'hypothèse des actions électrostatiques ne suffit pas; car, si, dans la partie au delà de l'écran, on place une quatrième électrode, éloignée de l'écran et des autres électrodes, mais voisine du rayon cathodique, on a une forte répulsion, qui, même, paraît d'autant plus forte que le rayon est plus éloigné de son point d'origine.

» Goldstein était déjà arrivé au même résultat, d'une manière, il est vrai, moins directe, en notant l'élargissement de l'ombre portée par un corps, lorsque ce corps est pris aussi comme cathode. On semble donc ramené à l'idée déjà émise : il n'y a pas répulsion entre les rayons cathodiques, mais répulsion entre une cathode et les rayons d'une autre cathode.

» Cependant, à mon avis, on peut aller plus loin; car on aperçoit un lien entre le rayon dévié de la première cathode et la deuxième cathode; ce lien, dans les expériences précédentes, est fourni par les rayons obliques de la deuxième cathode qui, dans la partie en deçà de l'écran, rencontrent le rayon de la première cathode. Cette rencontre, cette pénétration des rayons des deux cathodes sont peut-être une condition nécessaire.

» Pour vérifier ce point important, j'ai entouré la deuxième cathode d'un long cylindre de mica, ouvert seulement à ses extrémités, de manière à arrêter tous les rayons qui pouvaient rencontrer, dans la partie entre les électrodes et l'écran, les rayons de la première cathode. Or, la répulsion a été nulle, alors que, sans le mica, elle atteint 18^{mm}.

» Cette expérience conduit à la conclusion suivante (¹) :

» *L'action mutuelle des rayons et des cathodes se produit seulement lorsque les rayons se pénètrent.*

» Ce résultat, que je me propose de vérifier dans les cas les plus variés, et les résultats précédents peuvent jeter un jour nouveau sur la nature des rayons cathodiques (²). »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Sur la propagation des déformations dans les métaux soumis à des efforts.* Note de M. **Mengin**, présentée par M. A. Cornu.

« Dans une Note présentée à l'Académie des Sciences en 1894, M. le commandant Hartmann a décrit les expériences méthodiques de traction,

(¹) Cette expérience montre aussi que l'influence de l'action électrostatique est négligeable.

(²) Ces recherches ont été faites dans le laboratoire de Spectroscopie de l'Observatoire de Paris, avec l'aide de mes deux assistants, Millochau et Mittau.

compression, flexion, mandrinage, etc., qu'il a exécutées, surtout avec l'acier, dans le but de démontrer que la déformation des métaux soumis à des efforts ne se propage pas progressivement d'un point à tous les points voisins, mais qu'elle se fait par ondulations, en se subdivisant en zones discontinues, géométriquement distribuées d'après des lois bien déterminées.

» Des expériences nouvelles, effectuées depuis à la Section technique de l'Artillerie sur l'aluminium, l'acier-nickel à 25 pour 100, le métal Delta et le laiton, ont montré que ces métaux obéissent aux mêmes lois générales que l'acier, en donnant lieu toutefois à des particularités spéciales des plus intéressantes, en ce qui concerne le caractère et le mode de propagation des ondes de déformation.

» 1° *Aluminium.* — Quand une barrette d'aluminium est soumise à un effort de traction, on voit apparaître, aussitôt la limite élastique atteinte, des ondulations régulières de deux systèmes conjugués, analogues à celles de l'acier. Mais, alors que ce dernier métal donne lieu à des réseaux composés de sillons généralement très étroits, on observe avec l'aluminium des nappes très étendues et d'apparence fugitive, mais cependant très appréciables au toucher; de plus, les ondulations ne sont pas continues, quelque grande que soit la régularité de la traction, elles se propagent par bonds suivant des zones également inclinées sur la direction de l'effort. Le phénomène se poursuit jusqu'au moment où la déformation se localise dans une des ondulations, en produisant une striction sous la forme d'une dépression de même inclinaison que cette ondulation. Au delà de la striction, la rupture se produit généralement, soit suivant une dépression d'un des deux systèmes, soit suivant la bissectrice de l'angle formé par deux dépressions conjuguées, si ces deux dépressions ont même valeur.

» On constate, comme pour l'acier, que les ondulations se correspondent exactement sur les deux faces de la barrette et que, par suite, elles ne sont pas dues à un simple mouvement de la couche superficielle.

» 2° *Acier-nickel à 25 pour* 100. — Avec l'acier-nickel à 25 pour 100, la marche du phénomène est analogue; seulement, aussitôt la limite élastique atteinte, toute la surface est recouverte d'une sorte de damier constitué par des lignes faisant toutes un même angle avec la direction de l'effort. Les ondulations très larges apparaissent ensuite comme celles de l'aluminium, mais leur propagation se fait d'une manière presque continue, tantôt dans un sens, tantôt dans l'autre; quelquefois même, elles affectent la forme d'un X dont les branches constituent un système de lignes ayant la même inclinaison sur l'axe que les lignes isolées.

» Le phénomène se poursuit ainsi jusqu'à la formation d'une striction au milieu d'un ensemble d'ondulations qui se localisent dans une zone bien déterminée. En dehors de cette zone, où se trouvent réparties les déformations très nettes, la barrette ne garde aucune trace de ces mouvements moléculaires qui sont tout à fait passagers.

» En interrompant un instant l'action de l'effort, l'ondulation qui est en jeu s'arrête brusquement, pour reprendre au même point, dès que le traction s'exerce à nouveau.

» 3° *Métal Delta*. — Le métal Delta présente les mêmes particularités que l'acier-nickel, avec cette différence que les ondulations en forme d'X sont plus nombreuses et qu'elles se propagent d'une façon plus continue. La vitesse de propagation est du reste fonction de la vitesse de transmission de l'effort, et le nombre d'ondulations en jeu augmente avec cette vitesse de transmission.

» 4° *Laiton*. — Avec un laiton fortement écroui, on voit se produire immédiatement et brusquement, aussitôt la limite élastique atteinte, une série de déformations rectilignes nettement tracées, qui font toutes rigoureusement le même angle avec la direction de l'effort, et qui s'étendent sur la surface, à mesure que la traction augmente. Pas plus que pour l'acier, ces déformations ne sont des lignes au sens géométrique du mot; ce sont de véritables dépressions dont la largeur atteint plusieurs millimètres et qui laissent apercevoir un réseau très fin de stries parallèles aux deux systèmes conjugués de déformations. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les chlorobromures stanniques*. Note de M. A. **Besson**, présentée par M. Troost.

« La théorie fait prévoir l'existence de trois chlorobromures du type SnX^4 : $SnCl^3Br$, $SnCl^2Br^2$, $SnClBr^3$. M. Ladenburg a présumé que ces corps se formaient dans la réaction du brome sur le chlorure stanneux anhydre $SnCl^2$ (*Zeitschrift für Chemie und Pharmacie*, Supplément, t. VIII), mais n'a pu isoler de produits de composition définie. La raison de cet insuccès réside dans l'instabilité de ces corps qui, non seulement ne peuvent supporter des distillations à la pression ordinaire, comme celle que leur faisait subir M. Ladenburg pour les séparer, mais même se décomposent en grande partie par distillation sous pression très réduite; cette dernière circonstance m'avait fait douter de leur existence au cours de

mes premières expériences et ce n'est qu'en opérant sur des quantités assez considérables de matière et moyennant des précautions spéciales, que j'ai pu d'abord me convaincre de l'existence de ces composés et les isoler ensuite à peu près purs.

» Les chlorobromures stanniques se forment simultanément :

» 1° Dans l'action lente de l'acide bromhydrique sec sur le chlorure stannique avec élimination d'acide chlorhydrique.

» Le gaz bromhydrique doit traverser bulle à bulle le chlorure stannique maintenu refroidi au-dessous de 0°; l'expérience portant sur $1^{kgr},5$ de $SnCl^4$ a été prolongée pendant cinq jours.

» 2° Dans l'action du brome sec sur le chlroure stanneux anhydre; l'opération doit se faire, pour modérer la réaction, en présence d'un liquide inerte tel que CCl^4, qui ne dissout pas $SnCl^2$, mais les chlorobromures formés; l'addition de brome se fait goutte à goutte, en ayant soin d'agiter continuellement et de refroidir au moyen d'eau glacée.

» Le chlorure stanneux anhydre nécessaire à cette préparation a été obtenu par déshydratation à chaud, dans un courant de gaz chorhydrique, du chlorure stanneux hydraté cristallisé, l'action de HCl sec sur Sn fondu n'ayant jamais donné que de faibles rendements.

» Quel que soit le procédé de préparation, on effectue deux fractionnements successifs rapides au moyen de tubes Otto à quatre ou cinq boules, sous pression très réduite, et l'on achève la purification par des solidifications fractionnées. Il est inutile de poursuivre au delà les fractionnements par distillation, qui conduiraient simplement à la destruction totale des produits cherchés en $SnCl^4$ et $SnBr^4$.

» La séparation des chlorobromures stanniques est beaucoup plus facile quand on part de l'action de Br sur $SnCl^2$ que de celle de HBr sur $SnCl^4$, car, si l'on opère avec précaution, le produit de la première réaction est presque exclusivement formé des chlorobromures et ne renferme, en tous cas, que de faibles quantités de chlorure et de bromure, tandis que, dans la seconde, on se trouve toujours en présence d'un excès de $SnCl^4$, qu'il est très difficile de séparer; ou bien, si l'on prolonge l'action de HBr, une notable partie passe à l'état de $SnBr^4$, car, au point d'arrivée du gaz, ce corps tend toujours à prendre naissance.

» La solidification fractionnée, nécessaire à la séparation des chlorobromures $SnCl^3Br$ et $SnCl^2Br^2$, est très possible à cause du refroidissement intense qu'il faut leur faire subir pour amener leur solidification.

» Les chlorobromures stanniques sont des liquides incolores quand on

les obtient dans l'action de HBr sur $SnCl^4$; légèrement colorés en jaune, sans doute par un peu de brome libre, quand ils proviennent de l'action de Br sur $SnCl^2$; ils fument à l'air humide avec production d'hydrates cristallisés, sont solubles et décomposables par l'eau. Sous l'action de la chaleur, ils se décomposent rapidement, plus lentement à froid, en produits substitués plus simples dont les derniers termes sont $SnCl^4$ et $SnBr^4$.

» Le chlorobromure $SnCl^3Br$ forme la majeure partie de la fraction distillant à 50°-55° sous 3cm de pression; on l'en isole par deux solidifications fractionnées : liquide incolore, distille au voisinage de 50° sous 3cm, vers 45° sous 2cm de pression, se solidifie sous l'action d'un froid intense, et le corps solide obtenu fond vers —31°; sa densité à 13° = 2,51.

	Analyse.	Théorie pour $SnCl^3Br$.
Cl pour 100	33,64	34,97
Br »	27,16	26,27
Sn »	37,17	38,75

» Le chlorobromure $SnCl^2Br^2$ se sépare, comme le précédent, de la fraction 60°-70° sous 3cm; il distille vers 65° sous 3cm et, solidifié, fond vers —20°. Densité à 13° = 2,82.

	Analyse.	Théorie pour $SnCl^2Br^2$.
Cl pour 100	20,01	20,34
Br »	45,05	45,84
Sn »	32,91	33,81

» Le chlorobromure $SnClBr^3$, qui s'obtient le plus facilement des trois par solidifications fractionnées du résidu de la distillation des deux premiers, distille vers 73° sous 3cm; solidifié, il fond à +1°; densité à 13° = 3,12.

	Analyse.	Théorie pour $SnClBr^3$.
Cl pour 100	9,27	9,02
Br »	61,20	60,83
Sn »	30,64	29,99 (1)

(1) Travail fait au laboratoire de Chimie de l'Université de Caen.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les conditions de la combinaison directe du soufre et de l'hydrogène*. Note de M. **H. Pélabon**, présentée par M. Troost.

« Vers 440°, l'hydrogène, chauffé en vase clos avec du soufre, donne de l'acide sulfhydrique; mais la combinaison n'est pas totale, car l'acide sulfhydrique est dissociable à cette température. Ces faits ont été signalés pour la première fois par M. P. Hautefeuille (¹).

» A 440° et aux températures supérieures, la combinaison de l'hydrogène et du soufre se trouve limitée par la réaction inverse.

» Que se passe-t-il aux températures inférieures à 440°?

» L'expérience nous a montré que *l'hydrogène peut encore s'unir au soufre tant que la température n'est pas inférieure à* 215° *environ*.

» *Entre* 215° *et* 350°, *la combinaison est encore limitée*. Cette limite n'est pas due à la réaction inverse, puisque l'hydrogène sulfuré pur n'est pas décomposé par la chaleur entre ces limites de température.

» Nous nous sommes proposé d'étudier comment varie la quantité d'hydrogène sulfuré produit quand on modifie la température. Des tubes scellés contenant de l'hydrogène et du soufre sont maintenus pendant un certain temps à une température fixe, puis on les laisse refroidir. Le tube est ouvert sur la cuve à mercure, le gaz est recueilli dans une cloche graduée, ce qui en fait connaître le volume; on le traite par une solution concentrée de potasse qui absorbe l'acide sulfhydrique, il ne reste plus qu'à mesurer le volume d'hydrogène.

» Il faut remarquer que la masse d'hydrogène sulfuré que le tube renferme après refroidissement se compose :

» 1° De la quantité d'acide sulfhydrique que le tube renfermait à la température de l'expérience;

» 2° De la quantité d'hydrogène sulfuré que le soufre a laissé dégager en se solidifiant. [Nous avons en effet montré, dans une précédente Note, que le soufre liquide chauffé en présence d'un mélange d'hydrogène et d'acide sulfhydrique absorbe une quantité notable de ce dernier gaz qu'il laisse dégager en se solidifiant (²).]

» D'après cela, *la composition finale du mélange gazeux doit dépendre de*

(¹) Hautefeuille, *Comptes rendus*, t. LXIV, p. 610.

(²) H. Pélabon, *Comptes rendus*, 4 janvier 1897.

la masse de soufre employée et la proportion d'hydrogène sulfuré doit y être d'autant plus forte que la masse de soufre est elle-même plus considérable.

» L'expérience vérifie ces conclusions.

» Trois tubes chauffés pendant deux cent cinquante heures à la température de 280° renfermaient initialement à peu près la même masse d'hydrogène pur et des poids de soufre respectivement égaux à $0^{gr},02$, $0^{gr},1$, 1^{gr}; ils ont donné respectivement, pour valeur du rapport de la pression partielle de l'hydrogène sulfuré à la pression totale, les nombres 33,56; 60,4; 93,00 (en centièmes).

» *La composition du mélange gazeux contenu dans le tube après refroidissement se rapprochera donc d'autant plus de celle du mélange pris à la température de l'expérience que la masse de soufre sera plus faible.*

» Ce qu'il importe de connaître, c'est précisément la composition du mélange gazeux à la température de l'expérience; c'est pourquoi nous avons fait l'étude de l'influence de la température en employant des masses très faibles de soufre, suffisantes toutefois pour que, à la température de l'expérience, ce corps ne soit pas totalement vaporisé.

» Cette étude nous a conduit aux résultats suivants :

» 1° *La combinaison directe des deux corps s'effectue d'autant plus vite que la température est plus élevée.*

» Tandis qu'à 220° on n'atteint la limite de combinaison qu'au bout d'un mois de chauffe, à 280° cette limite est atteinte après cent quarante heures à peu près, et à 350° après douze heures.

» 2° *La quantité maxima d'hydrogène sulfuré qui peut se former à une température déterminée croît d'une façon très régulière avec cette température.*

» Voici quelques résultats :

Températures.	Volume gazeux total.	Volume après absorption par la potasse.	Rapport de la pression de H^2S à la pression totale en centièmes.	Temps de chauffe.
°	cc	cc		h
220	7,15	7,00	2,10	624
255	7,05	6,2	12,05	237
280	7,135	4,75	33,56	162
310	7,45	2,3	69,12	168
350	6,55	0,2	97,00	27

» La masse de soufre employée était $0^{gr},02$.

» *Remarque.* — Les mêmes expériences, faites avec une masse de soufre *cinquante* fois plus forte, nous ont donné des résultats très différents.

» La différence des résultats, relatifs à une même température, permet de se faire une idée de la quantité d'hydrogène sulfuré que le soufre peut absorber à cette température. On voit ainsi très nettement *que la quantité d'hydrogène sulfuré absorbé croît avec la température,* résultat que nous avions déjà déduit d'autres expériences.

» 3° *A partir de 440°, on arrive à la même limite en partant soit du soufre et de l'hydrogène, soit de l'hydrogène sulfuré pur.*

» 4° *Si l'on remplace l'hydrogène pur par un mélange d'hydrogène et d'azote, la quantité maxima d'acide sulfhydrique qui se forme au bout du même temps de chauffe est moindre qu'avec l'hydrogène pur; toutes choses égales d'ailleurs, la différence est d'autant moindre que la température est plus élevée* (1). »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action du brome et de l'acide bromhydrique sur l'acétate d'éthyle.* Note de M. **Boleslas Epstein.**

« Dans une Note publiée aux *Comptes rendus*, t. LVI, p. 707; 1863, M. Crafts a fait connaître les résultats de ses expériences relatives à l'*action du brome et l'acide bromhydrique sur l'acétate d'éthyle.* En répétant les expériences de M. Crafts, j'ai obtenu des résultats un peu différents de ceux que ce savant a signalés : je me permets de vous adresser une courte Note à ce sujet, en vous priant de bien vouloir lui accorder l'hospitalité dans les *Comptes rendus*.

» M. Crafts ayant chauffé à 150° en tube scellé un mélange d'acétate d'éthyle (une molécule) avec du brome (une molécule), il obtint, d'une manière « imprévue » de l'acide bromacétique et du bromure d'éthyle, sans que la réaction fût accompagnée de la formation d'une quantité considérable d'acide bromhydrique.

» J'ai répété cette réaction, tant sur l'acétate d'éthyle que sur quelques autres éthers des acides bromés de la série grasse.

» I. Une molécule de brome et une molécule de monobromopropionate d'éthyle (α) $CH^3CHBrCOOC^2H^5$, chauffées à 180°-200° jusqu'à disparition de la couleur du brome. Dégagement considérable de gaz bromhy-

(1) Travail fait à l'Institut de Chimie de Lille. (Laboratoire de Chimie générale.)

drique au moment où l'on ouvre le tube. Par distillation fractionnée, on sépare dans le liquide :

» 1. Bromure d'éthyle (39°).

» 2. Bibromopropionate d'éthyle (189°-191°) (5-6 pour 100).

» 3. Acide bibromopropionique (220°).

» II. Même mélange, chauffé pendant trente heures ; mêmes produits, mais le bibromopropionate est en quantité à peu près cinq fois plus considérable (30 pour 100).

» III. 1 mol. de brome et 1 mol. d'acétate d'éthyle (expérience de M. Crafts); contrairement à ce qu'a trouvé M. Crafts, on observe ici encore un dégagement considérable de gaz bromhydrique. Le liquide renferme :

» 1. Bromure d'éthyle (39°).

» 2. Acide monobromacétique, sans éther bromacétique en quantité appréciable.

» La formation de quantités notables d'acide bromhydrique fait penser que la réaction I et II se passe, non pas suivant le schéma

$$CH^3CHBrCOOC^2H^5 + Br^2 = C^2H^5Br + CH^3CBr^2COOH$$

ou

$$CH^3COOC^2H^5 + Br^2 = CH^2BrCOOH + C^2H^5Br,$$

comme l'a supposé M. Crafts, mais plutôt résulte de deux réactions successives :

$$CH^3CHBrCOOC^2H^5 + Br^2 = CH^3CBr^2COOC^2H^5 + HBr,$$

$$CH^3CBr^2COOC^2H^5 + HBr \underset{\leftarrow}{\overset{\rightarrow}{=}} C^2H^5Br + CH^3CBr^2COOH.$$

» Cette dernière s'effectuerait dans les deux sens, avec des vitesses inégales, ce qui expliquerait l'influence du temps de chauffe.

» Je me propose de soumettre cette hypothèse au contrôle de l'expérience en étudiant directement la vitesse de cette réaction par les méthodes physico-chimiques. »

MINÉRALOGIE. — *Sur la forme profonde des amas filoniens de fer.* Note de M. L. **De Launay**, présentée par M. Michel-Lévy.

« Le fer, très abondant dans la nature, peut s'y présenter sous un certain nombre de formes principales : fer natif, oxydes et silicates plus ou moins

complexes, accessoirement sulfures, constituant les gîtes d'inclusion et de ségrégation directe; sulfures, arséniosulfures, carbonates et oxydes composant les gîtes filoniens; carbonates, oxydes et, plus rarement, sulfures formant les gîtes sédimentaires.

» Dans chacune de ces catégories de gisements, il y a lieu de distinguer, suivant une remarque que nous avons développée dans une Communication antérieure ([1]), ce qui est la formation primitive, originelle et ce qui peut être le produit d'une altération superficielle; et ces remises en mouvement sont, pour ce métal aisément soluble à l'état de carbonate ou de sulfate, particulièrement faciles et particulièrement abondantes, en sorte qu'elles contribuent à introduire dans les phénomènes une grande complication.

» L'altération des minerais de fer, comme celle de tous les autres minerais, s'est toujours faite essentiellement sous une influence oxydante, avec tendance à produire le minerai le plus stable, c'est-à-dire celui dont la formation développe le plus de calories : dans ce cas, le sesquioxyde. Toutes les fois qu'une intervention étrangère, comme le métamorphisme, n'est pas venue apporter de la chaleur, on est donc passé du sulfure ou du silicate, d'abord au sulfate ou au carbonate, puis au sesquioxyde.

» Ces idées ne sont pas nouvelles, et l'on a, maintes fois, décrit les chapeaux de fer hydroxydés des gîtes pyriteux; mais l'origine réelle des amas de fer carbonaté et leur assimilation avec les gîtes calaminaires, ainsi que le mode de formation de certains dépôts peroxydés, ne nous paraissent pas avoir été bien reconnus jusqu'ici.

» Les amas de fer carbonaté, qui constituent, dans quelques régions, comme les Pyrénées, l'Erzberg styrien, etc., d'importantes réserves de minerai ferrugineux, nous semblent n'être qu'une forme intermédiaire et, en quelque sorte, provisoire, dérivant d'un gîte sulfuré profond et recouverte par un gîte oxydé superficiel plus ou moins épais, qui tend constamment à s'accroître par altération.

» On a généralement admis, quand on a étudié ces amas, que le fer s'était, dès l'origine, déposé sous cette forme carbonatée : soit que l'on ait soutenu l'origine filonienne et hydrothermale, c'est-à-dire l'incrustation, par ce carbonate, de fentes préexistantes, ou sa substitution directe à des terrains calcaires; soit que l'on ait admis l'origine sédimentaire, c'est-à-dire le dépôt contemporain de celui des couches encaissantes. Dans cette dernière théorie, on assimilait ces amas avec les couches ou lentilles de

---

([1]) Séance du 22 mars 1897. Ces idées seront prochainement développées dans un Mémoire inséré aux *Annales des Mines*.

carbonate de fer du terrain houiller, que nous considérons, en effet, comme sédimentaires, mais dont l'allure est absolument différente de celle des gisements envisagés en ce moment.

» Nous sommes, au contraire, frappé de voir ces gisements carbonatés et oxydés se présenter toujours dans des circonstances très caractéristiques, qui sont les suivantes :

» 1° Ces gisements sont toujours encaissés dans des calcaires, avec lesquels ils présentent tous les types de passage (*rohwand* de Styrie, calcaire rouge métallifère de Rancié, etc.; c'est-à-dire que, dans toute hypothèse, il y a eu substitution du carbonate de fer au carbonate de chaux, le fer ayant pénétré dans le calcaire (comme on l'observe dans tous les gîtes de substitution, notamment dans les gîtes calaminaires), en suivant les plans de cassure, les diaclases, et laissant souvent, au centre, des noyaux inaltérés.

» Dans une région métallifère déterminée comme les Pyrénées, on constate souvent très bien que la venue métallisante ferrugineuse a affecté des terrains d'âge et de nature divers, par exemple, des schistes et des calcaires; mais, dans les schistes, où elle a rencontré un terrain inaltérable, tant au moment du dépôt même que lors des remises en mouvement postérieures, elle a beaucoup plus rarement pris de l'extension. Le peu d'importance industrielle de ces gisements schisteux a donc souvent fait qu'on les a négligés dans les descriptions et, par suite, laissés même de côté dans les études théoriques, pour n'envisager que les gisements plus riches encaissés dans les calcaires.

» Il existe cependant, au milieu des schistes, de grands gisements de fer, mais alors à l'état de fer sulfuré, qui constituent ces amas pyriteux considérables exploités dans le sud de l'Espagne, en Norvège, etc. Ceux-là semblent s'être produits sur des points de dislocation et de broyage particulièrement affectés par les actions dynamiques, où les schistes, émiettés, réduits en poussière, ont prêté à l'intrusion des magmas sulfurés un accès particulièrement facile.

» C'est un fait très remarquable que les grands amas de fer sulfuré sont toujours dans les schistes, les grands amas de fer carbonaté étant dans les calcaires et, si l'on admet, comme nous le croyons à peu près certain, dans les deux cas, une origine filonienne, cela seul suffirait à faire penser qu'une venue ferrugineuse unique, par suite très probablement sulfurée, a, suivant la nature des terrains rencontrés sur son passage, donné, ici et là, les minerais différents.

» Mais on peut, croyons-nous, serrer le problème de plus près en se fondant sur d'autres remarques :

» 2° Les amas de fer carbonaté, partiellement transformés en oxyde à la surface, se trouvent toujours dans des régions accidentées, à fort relief, où la pénétration des eaux superficielles a été facile.

» Dans les Pyrénées, notamment, c'est un fait assez frappant que les gîtes les plus complètement peroxydés, c'est-à-dire les plus riches et les plus purs, se trouvent souvent à des hauteurs inaccessibles; puis, que, dans une zone plus basse, on trouve des carbonates, avec proportion plus ou moins forte d'hématite et que, lorsqu'on arrive dans les fonds des vallées, on rencontre des minerais de moindre valeur, parce qu'ils sont, dit-on, plus chargés de soufre, c'est-à-dire, en réalité, des hématites ou des carbonates provenant de sulfures, qui n'ont pas complètement disparu, n'ayant pas été entièrement oxydés. En même temps que le sulfure de fer, d'autres sulfures, tels que la galène, apparaissent souvent dans les minerais ferrugineux.

» Cette relation de la nature des gîtes avec le relief actuel suffit bien à montrer qu'il n'y a pas, dans leurs modifications avec l'altitude, un phénomène ancien réellement contemporain de la formation filonienne, mais, au contraire, un résultat d'altération récente.

» L'observation faite pour les gîtes en amas s'étend même, dans une certaine mesure, à quelques filons de sidérose, bien que la sidérose semble, comme la calcite ou la dolomie, susceptible de persister en profondeur dans d'autres filons. Les filons de sidérose, assez rares d'ailleurs, sont souvent dans des régions accidentées, et la sidérose, que l'on voit parfois passer à la pyrite en profondeur, est fréquemment accompagnée de minerais de métamorphisme, tels que le cuivre gris, avec lequel son association est bien connue et qui fait place, lui-même, plus bas, à la chalcopyrite.

» Pour la sidérose des filons proprement dits, la question reste néanmoins discutable; mais, en ce qui concerne les grands amas, nous croyons pouvoir admettre que le carbonate de fer s'est, comme la calamine ou la cérusite, produit par réaction du calcaire sur des sels provenant de la dissolution des sulfures. Toutefois, à la différence avec ces derniers carbonates, celui de fer ne représente pas une forme stable : il n'a pu se produire que là où l'oxygène manquait, où l'on était à l'abri de l'influence de l'air et, toutes les fois que cette action oxydante de l'air a pu se faire sentir, elle l'a, au contraire, transformé plus ou moins complètement, suivant la durée et l'intensité de la réaction, en peroxyde. »

ZOOLOGIE. — *La clasmatose chez les Lamellibranches.* Note de M. **Joannes Chatin.**

« En poursuivant, sur le chromatisme des Huîtres, les recherches dont j'ai présenté successivement à l'Académie les principaux résultats (1), j'ai eu l'occasion d'étudier à maintes reprises les cellules migratrices et d'observer diverses particularités, morphographiques et fonctionnelles, relatives à ces éléments.

» Il en est sur lesquelles je crois devoir appeler d'autant mieux l'attention, que j'ai pu les constater également chez d'autres Lamellibranches, surtout chez les Pectinides et les Unionides.

» Quand on examine le tissu lacunaire de ces Mollusques, soit dans le manteau, soit dans certaines autres régions (près de la glande génitale chez les Huîtres et les Peignes, dans la région pédieuse de l'Anodonte, etc.), on y rencontre des cellules qui se distinguent aisément des éléments voisins, par leurs dimensions comme par leur aspect. Elles mesurent de 100μ à 300μ. Rarement leur corps est arrondi; généralement il se présente rameux ou claviforme. Dans tous les cas, il émet des prolongements plus ou moins nombreux; parfois un prolongement unique semble en émaner, mais le fait est peu fréquent et doit vraisemblablement être rapporté à quelque accident de préparation.

» Le protoplasma de la cellule est granuleux et conserve ce caractère dans les prolongements. Assez volumineux, le noyau offre des contours souvent lobés; il ne présente qu'un faible intérêt, celui-ci se concentrant sur les prolongements cellulaires.

» Quel que soit leur nombre, l'aspect en est identique ; ils se montrent onduleux et comme moniliformes, avec des étranglements qui deviennent surtout visibles vers l'extrémité, principalement sur les préparations traitées par l'acide osmique et le violet 5B.

» En même temps, on constate que ces prolongements sont le siège de phénomènes d'effritement et de scission dont l'effet est facile à apprécier : des îlots granuleux apparaissent, épars dans le tissu ambiant; plusieurs sont encore voisins des prolongements, ou même disposés à leur suite, dans leur direction. Les caractères objectifs de ces îlots, le diamètre de

(1) *Comptes rendus*, 1893, 1895, 1896.

leurs granulations, se trouvent identiques à ce qui s'observe dans les prolongements cellulaires dont ils viennent de se séparer.

» Quelle valeur et quelle signification convient-il d'attribuer à de tels éléments?

» Tout d'abord, je crois devoir les différencier des *cellules de Leydig*, si répandues chez les Mollusques et avec lesquelles on serait peut-être tenté de leur accorder quelque parenté, surtout dans le cas (d'ailleurs exceptionnel) de cellules claviformes et paraissant unipolaires. En réalité, les caractères extérieurs, comme la structure, les en distinguent nettement.

» Loin d'atteindre les dimensions indiquées plus haut, les cellules de Leydig mesurent au maximum 30μ ou 40μ. Leur constitution est vacuolaire et le noyau s'en trouve souvent masqué; rien ne permet mieux d'apprécier l'extrême variabilité du protoplasma que la comparaison des cellules de Leydig avec les éléments granuleux et ramifiés que je décris en ce moment.

» Doit-on y voir de simples *cellules engraissées*, des *Mastzellen* analogues à celles d'Ehrlich? Évidemment non : les *Mastzellen* se segmentent par désagrégation totale et somatique; ici, c'est par effritement que s'isolent les fragments cellulaires. La conception d'Ehrlich ne saurait donc être admise; elle doit faire place à une tout autre notion, singulièrement féconde.

» Les caractères généraux de ces cellules, comme l'effritement de leurs prolongements, décèlent leur véritable nature : ce sont des clasmatocytes semblables à ceux que M. Ranvier a, le premier, fait connaître chez les Vertébrés; ils se retrouvent chez les Lamellibranches et l'on ne doit pas s'en étonner.

» La clasmatose n'est effectivement qu'une manifestation de l'activité cellulaire comme la phagocytose, etc. Elle apparaît corrélativement à certaines conditions d'ambiance, de mieux-être, de nutrition active et surabondante. C'est ce qui explique comment on est exposé à en chercher longtemps et vainement la trace dans diverses espèces voisines ou chez différents individus de la même espèce : bien souvent je n'ai pu l'observer sur des Huîtres provenant d'une localité qui me fournissait d'autre part d'excellents sujets d'étude, parqués dans des conditions plus favorables à la clasmatose. Elle se manifeste, avec une constance assez remarquable, sur les Huîtres de la Côte-Rouge, Huîtres draguées et témoignant d'une exceptionnelle vitalité tissulaire [1].

---

[1] Les véritables Huîtres de la Côte-Rouge sont draguées dans l'Atlantique et expédiées d'Angleterre.

» Celle-ci se traduit par diverses particularités, surtout appréciables dans l'organisation et la différenciation de la trame conjonctive; peut-être y aurait-il lieu de rechercher quel rôle incombe, sous ce point de vue, aux effets de la clasmatose. Une telle digression m'entraînerait au delà des limites de cette Communication qui a surtout pour objet de mettre en évidence l'extrême malléabilité et la féconde activité de l'élément histique. Les faits qui viennent d'être résumés en fournissent un nouvel exemple, également intéressant pour la cytologie générale et pour l'histologie zoologique. »

ZOOLOGIE. — *Sur l'organisation et les affinités des Pleurotomaires.* Note de MM. **E.-L. Bouvier** et **H. Fischer**, présentée par M. Milne-Edwards.

« Les Pleurotomaires sont les premiers Mollusques (nous pourrions presque dire les premiers animaux) dont on trouve des restes à l'état fossile. Aussi anciens que les plus anciens Trilobites, mais singulièrement plus vivaces, il ne se sont pas éteints, comme ces derniers, pendant la période carbonifère : ils ont laissé une grande variété de formes dans les dépôts jurassiques, se sont perpétués, quoique assez péniblement, durant l'ère tertiaire et sont encore représentés de nos jours par quelques espèces, d'ailleurs d'une rareté extrême.

» De ces dernières, on ne connaissait absolument que la coquille, lorsque le *Blake,* sous la direction de M. Alexandre Agassiz, captura quatre Pleurotomaires vivants, dans la mer des Antilles, en 1879. Ces spécimens permirent à M. Dall de constater que l'anus est encore situé sur la ligne médiane dorsale dans les animaux qui nous occupent, qu'ils ont deux branchies symétriquement situées, deux orifices urinaires également symétriques, et qu'ils présentent ainsi, comme on devait s'y attendre, des caractères beaucoup plus primitifs qu'aucun autre Gastéropode. Depuis, les Japonais ont trouvé un autre Pleurotomaire vivant; mais celui-ci n'a été l'objet d'aucune recherche, si bien que l'organisation interne de ces êtres aurait pu rester longtemps inconnue, si M. Agassiz ne nous avait abandonné, grâce à l'obligeante intervention de M. A. Milne-Edwards, un des exemplaires de *Pleurotomaria quoyana* recueillis par le *Blake.* Nous ne saurions trop remercier de sa libérale générosité le savant zoologiste américain.

» Par l'ensemble de son organisation, le *Pl. quoyana* se rapproche des

Diotocardes les plus normaux (Haliotidés, Trochidés); ses organes des sens occupent la même place, sa masse buccale paraît construite sur le même type; il a la même musculature, les mêmes ganglions cérébroïdes et buccaux, la même commissure labiale, la même commissure viscérale croisée. Les caractères qui le distinguent des autres Diotocardes sont : 1° le faible développement de l'épipodium; 2° l'origine toute particulière des branches de la commissure viscérale; 3° la structure des cordons nerveux scalariformes qui parcourent le pied.

» De la *collerette épipodiale* nous ne dirons rien, sinon que, très réduite, en général, chez les Pleurotomaires, elle est imperceptible dans notre spécimen et qu'il y a tout lieu de la considérer comme étant au début de son développement dans le genre qui nous occupe.

» Quant aux *branches de la commissure viscérale*, elles ne se détachent nullement, comme chez les autres Diotocardes, de la partie la plus antérieure des cordons nerveux situés dans le pied; elles naissent des connectifs cérébro-palléaux vers le milieu de leur longueur, et paraissent n'en être qu'un puissant rameau. C'est, à quelque différence près, la disposition qu'on observe chez les Placophores où le connectif cérébro-pédieux est bien séparé du connectif pédio-palléal (*Acanthopleura salamander*, d'après M. von Jhering, *A. Savatieri*), et où la commissure viscérale s'est constituée, suivant l'hypothèse de M. Bütschli, par la fusion médiane et ventrale de deux nerfs stomacaux symétriquement situés (*Chiton fascicularis* et *Ch. magnificus*, d'après M. Haller; *Ch. cinereus*, d'après M. Von Jhering).

» Les *cordons nerveux scalariformes* se font remarquer par la saillie ganglionnaire, en forme de corne très allongée, qu'ils émettent l'un et l'autre en avant de leur commissure la plus antérieure. Cette corne présente sur toute sa longueur, notamment du côté externe, un sillon large et profond qui se continue sur les cordons et qui divise chacun d'eux en une partie supérieure palléale et en une partie inférieure pédieuse; le connectif cérébro-palléal aboutit à l'extrémité de la partie pédieuse. La partie pédieuse, en arrière de la grande commissure antérieure, présente comme de coutume des commissures accessoires, et donne naissance aux nombreux nerfs de la face inférieure du pied; la partie palléale n'a pas de commissures, elle conserve le manteau, le muscle columellaire, les muscles situés à la face supérieure du pied, et vraisemblablement aussi l'épipodium. La partie palléale, en d'autres termes, se comporte exactement comme les cordons palléaux des Placophores, la partie pédieuse comme les cordons

pédieux de ces derniers, si bien que les cordons palléo-pédieux des Pleurotomaires doivent être considérés comme le résultat de la concrescence (1), des cordons pédieux et de la *partie ganglionnaire* des cordons palléaux (2), qu'on observe de chaque côté chez les Placophores.

» En résumé, les Pleurotomaires nous présentent le premier stade d'une concentration ganglionnaire qui s'accentue de plus en plus à mesure que l'on s'élève dans le groupe des Mollusques; chez les Haliotidés et les Troques, les cordons du pied se composent encore, ainsi que l'ont justement soutenu M. de Lacaze-Duthiers, puis M. Boutan, d'une partie supérieure palléale et d'une partie inférieure pédieuse, mais la partie palléale tend à s'isoler déjà sous la forme d'un renflement ganglionnaire situé en avant, aux origines de la commissure viscérale; chez les Fissurellides, la même disposition existe encore, mais les cordons sont plus courts et par suite plus condensés; dans les Patelles, les Nérites, les Cyclophores, les Paludines et les Cyprées, les cordons pédieux scalariformes persistent toujours, mais la partie palléale s'est isolée sous la forme de ganglions distincts; chez les autres Gastéropodes, enfin, les cordons pédieux, comme les cordons palléaux, se sont condensés sous la forme de masses ganglionnaires ovoïdes. »

PHYSIOLOGIE. — *Période réfractaire et synchronisation des oscillations nerveuses*. Note de MM. **André Broca** et **Charles Richet** (3), présentée par M. Marey.

« Dans nos précédentes expériences (*Comptes rendus*, t. CXXIV, p. 196 et 573), nous avons employé les courants induits pour étudier la période réfractaire et la synchronisation des ondulations nerveuses avec l'excitant électrique rythmé.

» Nous allons établir que les mêmes phénomènes se produisent avec des excitations rythmées autres que les excitations électriques.

---

(1) D'après M. Thiele et M. Plate, de nombreux nerfs anastomotiques rattachent, chez certains Placophores, les cordons palléaux aux cordons pédieux; c'est un premier pas vers la concrescence qui se réalise chez les Pleurotomaires.

(2) Ainsi que l'ont montré M. Von Jhering et M. Bütschli, les cordons palléaux des Placophores ne sont rien autre chose que des ganglions palléaux confondus avec le grand nerf palléal. Comme chez les autres Gastéropodes, chaque grand nerf palléal s'anastomose au-dessus de l'intestin avec son congénère du côté opposé.

(3) Travail du laboratoire de Physiologie de la Faculté de Médecine.

» Nous avons mis à profit l'hyperexcitabilité à la succussion que présentent les chiens soumis à l'action du chloralose (à la dose d'environ $0^{gr},10$ par kilogramme). On sait que, dans ces conditions, l'anesthésie est complète, la motilité volontaire abolie, mais que le moindre ébranlement mécanique de l'animal, ou de la table sur laquelle il est attaché, suffit à provoquer un mouvement généralisé très énergique. Nous avons pu, par des dispositifs faciles à imaginer, enregistrer à la fois ce mouvement musculaire et le choc excitateur. Le choc était produit par un coup de marteau donné à la main sur la table, et le mouvement enregistré était l'extension de l'extrémité du membre antérieur.

» *Dans ces conditions, nous avons constaté la période réfractaire.*

» En effet, soit un chien refroidi aux environs de 32°. Si les chocs sont espacés de plus de $0^{s},5$, ils provoquent des secousses bien régulières. Si, au contraire, les chocs sont plus fréquents, des irrégularités apparaissent, identiques à celles que nous avons observées avec l'excitant électrique. Nous devons donc conclure à une ondulation nerveuse, identique dans les deux cas, et caractérisée par une période réfractaire.

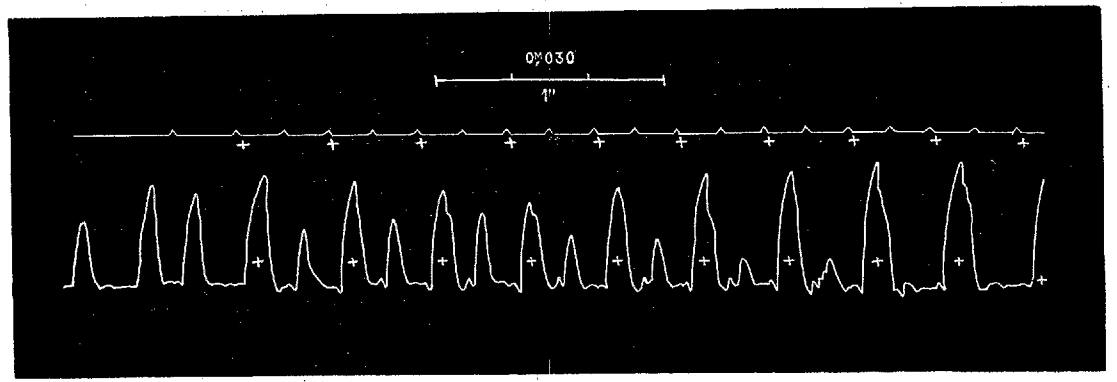
» La vérification est absolue, puisque nous avons, par l'excitation mécanique, comme par l'excitation électrique, retrouvé, à 32°, le même chiffre pour la fin de la période réfractaire, c'est-à-dire $0^{s},5$. A des températures plus élevées, l'expérience devient difficile dans ces conditions; car, par suite de notre période réfractaire propre, nous ne pouvons plus donner de chocs à la fois assez fréquents et assez réguliers.

» La synchronisation des oscillations nerveuses et des ébranlements mécaniques s'observe, à 32°, avec une extrême netteté (*fig.* 1 et *fig.* 2).

» Soit t le temps du retour à l'équilibre pour le système nerveux excité, d'après la courbe donnée dans notre précédente Note. Appelons a l'intervalle qui sépare deux chocs, c'est-à-dire la période de la force synchronisante. Si a est égal ou supérieur à t, il y a naturellement une réponse régulière à chaque excitation. C'est ce que nous appellerons le rythme $\frac{1}{1}$. Mais si a est plus petit que t, les secousses sont d'abord irrégulières, puis elles finissent par se régulariser, à condition que a soit assez voisin de t. Si a continue à décroître, alors c'est l'intervalle $2a$ qui devient voisin de t, et le rythme s'établit à $\frac{1}{2}$ (*fig.* 1). L'intervalle de $2a$ se resserrant encore, le rythme reste à $\frac{1}{2}$ jusqu'au moment où $3a$ devient assez voisin de t; alors le rythme s'établit à $\frac{1}{3}$ et ainsi de suite. C'est ainsi que nous avons pu obtenir des rythmes $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{4}$ à période assez variable, comme l'indique la *fig.* 2.

» Une nouvelle confirmation de ces faits nous a été donnée par un chien

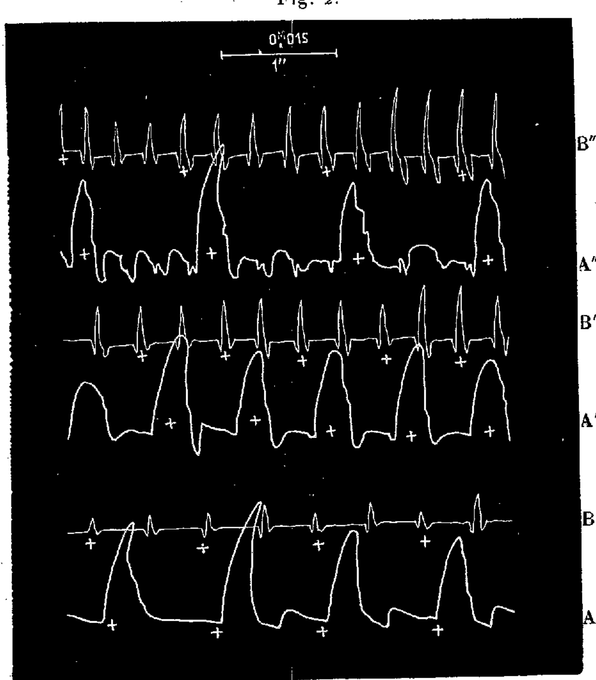
Fig. 1.



Établissement du rythme $\frac{1}{2}$ par synchronisation des mouvements réflexes et des chocs.
Chien chloralosé à 33°. — Ligne inférieure : mouvements; ligne supérieure : choc excitateur. On voit les excitations croître de 2 en 2 et les alternantes décroître de 2 en 2, jusqu'à établissement d'un régime permanent $\frac{1}{2}$.

choréique. Les secousses rythmiques qu'il donnait spontanément étaient

Fig. 2.



Synchronisation des mouvements réflexes et des chocs excitateurs.
Chien chloralosé à 32°. — Les lignes A, A′, A″ indiquent les mouvements. — Les lignes B, B′, B″ les chocs inscrits automatiquement; en A rythme $\frac{1}{2}$; en A′ rythme $\frac{1}{2}$ resserré; en A″ rythme $\frac{1}{4}$.

espacées, suivant la température, de 0s,80 à 34°; de 0s,65 à 36°; de 0s,40 à 37°,5; de 0s,20 à 40°,5.

» D'autre part, ce chien choréique chloralosé répondait aussi aux excitations mécaniques, et ces deux excitations, de nature différente, se comportaient comme si elles étaient de même nature. Puisque chacun de ces deux mouvements, celui de la chorée aussi bien que celui du choc, entraîne avec lui sa période réfractaire, le résultat final est déterminé par le rythme le plus fréquent, sur lequel se synchronise l'oscillation nerveuse résultante.

» Nous sommes ainsi amenés à considérer les phénomènes de synchronisation comme absolument généraux, puisque nous les voyons s'adapter aussi bien aux excitants pathologiques qu'aux excitants mécaniques et qu'aux excitants électriques. La chorée du chien, qui se traduit par des mouvements rythmiques, peut être considérée comme une excitation discontinue ayant sa période propre (dans le cas actuel, 0s,80 à 34°, etc.). Cette excitation se synchronise parfaitement avec l'excitation mécanique.

» Il est donc à toutes ces manifestations de l'activité nerveuse une propriété commune, c'est l'ondulation nerveuse élémentaire, soumise, comme nous l'avons montré dans ces trois Notes, aux lois générales de la Dynamique. »

PHYSIOLOGIE. — *Démonstration de l'existence de nerfs vaso-sensibles régulateurs de la pression sanguine*. Note de M. C. Delezenne, présentée par M. Marey.

« Les expériences d'Heger, celles de Stienon, Jacques, etc. ont montré qu'il existe dans la paroi interne des vaisseaux des nerfs sensitifs. Pour mettre en évidence l'existence de ces nerfs, ces auteurs se sont bornés à étudier l'action de quelques excitants chimiques sur la paroi vasculaire. Ils ont observé, par exemple, qu'une injection de nicotine ou de nitrate d'argent dans les vaisseaux d'un organe complètement séparé du reste du corps et relié seulement à lui par ses nerfs détermine immédiatement des modifications circulatoires réflexes en d'autres points de l'organisme.

» Je me suis demandé si les variations brusques de la pression sanguine n'étaient pas capables d'agir sur les nerfs sensibles des vaisseaux pour produire à distance des modifications du même genre que celles observées par Heger avec les excitants chimiques. Envisagée à ce point de vue parti-

culier la question prenait d'ailleurs un intérêt d'une tout autre importance : il s'agissait de savoir s'il n'existe pas un mécanisme régulateur de la pression sanguine ayant son point de départ dans les vaisseaux et analogue à celui qui a son origine dans la paroi cardiaque et qui se fait par l'intermédiaire du nerf de Cyon.

» Pour résoudre cette question, j'ai eu recours au dispositif expérimental suivant :

» Deux chiens sont curarisés et soumis à la respiration artificielle, attachés côte à côte sur la table chauffante. Pour permettre de suivre plus facilement la marche de l'expérience, je les appellerai *chien* A, *chien* B. Une injection intraveineuse d'extrait de sangsue aux deux animaux va permettre d'établir une circulation croisée.

» A l'animal A, on fait la section complète d'un des membres inférieurs à sa racine ; on coupe successivement la peau et les masses musculaires au thermocautère ; on scie le fémur dont on consolide les deux fragments. On ne laisse intacts que l'artère et la veine fémorale, les nerfs sciatique et crural.

» On lie alors l'artère et la veine : le tronçon de membre n'est plus relié au reste du corps que par ses nerfs.

» Les vaisseaux fémoraux de B, préalablement isolés, sont abouchés aux mêmes vaisseaux du membre séparé de A, de telle façon que la circulation dans le tronçon de membre se fasse avec le sang de l'animal B. Il suffit pour cela de réunir par une canule le bout périphérique de l'artère et de la veine de la patte isolée au bout central des vaisseaux fémoraux du chien B.

» Dans ces conditions, le membre inférieur du chien A est totalement irrigué par le sang de B, bien qu'il soit encore en continuité nerveuse avec le reste du corps de l'animal auquel il appartient par le sciatique et le crural.

» L'expérience étant ainsi préparée il va être facile de s'assurer s'il existe dans la paroi des vaisseaux des nerfs sensibles à la pression.

» Par l'excitation du bout central d'un nerf mixte ou la compression d'un gros tronc vasculaire, nous allons produire chez le chien B des modifications de pression dont nous pourrons lire les variations sur un manomètre métallique de Marey relié à la carotide de cet animal. Si ces modifications de pression sont capables d'exciter les nerfs sensibles vasculaires, elles agiront sur la paroi interne des vaisseaux de la patte isolée puisque celle-ci fait en quelque sorte partie de l'appareil circulatoire de B. D'autre part, l'excitation partie de la paroi des vaisseaux de ce tronçon de membre pourra se transmettre par l'intermédiaire du sciatique ou du crural pour aller provoquer chez l'animal A des réactions vasculaires. Un manomètre mis en relation avec la carotide du chien A va nous permettre de suivre les variations de la pression aortique chez cet animal.

» Si l'on excite, au moyen d'un courant d'induction, par exemple, le bout central du nerf médian de B on obtient chez cet animal une augmentation brusque de la pression aortique. Presque au même instant il se fait une élévation de la colonne mercurielle dans le manomètre en relation avec la carotide de A.

» Il est évident que l'ascension manométrique observée chez l'animal A ne peut s'expliquer que par un mécanisme réflexe dont le point de départ a son siège dans la paroi des vaisseaux de la patte isolée et dont la mise en jeu a été l'excitation des terminaisons sensitives vasculaires par la variation brusque de pression qui s'est produite dans ce tronçon de membre.

» Je me bornerai pour le moment à annoncer ces résultats, me réservant d'y revenir ultérieurement pour les compléter et pour essayer de montrer comment la mise en jeu des nerfs sensibles des vaisseaux intervient dans le mécanisme régulateur de la pression sanguine générale (¹). »

PHYSIOLOGIE. — *Action de la bile et des sels biliaires sur le système nerveux.* Note de M. **Adolf Bickel**, présentée par M. Marey.

« Je résume dans cette Note les résultats d'expériences faites à Genève dans le laboratoire de M. le professeur J.-L. Prevost; elles sont relatives à l'influence qu'a la bile ou les sels biliaires quand on les applique directement sur la surface des hémisphères cérébraux. Ces expériences ont été faites sur des *chats*, des *chiens*, des *cochons d'Inde*, des *rats*, des *lapins*, des *pigeons*, des *grenouilles* et des *lézards*. Les animaux étant anesthésiés, je mettais à nu une partie de la surface du cerveau et je badigeonnais la couche corticale ainsi découverte avec les substances en question savoir : extrait de bile *de bœuf*, extrait de bile *de chien; taurocholate* ou *glycocholate* de soude. Quelle que fût la substance employée et quel que fût le point de la surface des hémisphères où je l'appliquai j'ai toujours observé les mêmes symptômes. Chez les mammifères (chat, chien, lapin, cochon d'Inde, rat) l'application de la bile concentrée ou des sels biliaires sur la surface d'un hémisphère, et à quelque niveau que ce fût, a provoqué, au bout de quelques minutes, des accès de convulsions surtout caractérisés dans le côté opposé à l'hémisphère sur lequel on appliquait la substance : chez les cochons d'Inde, au contraire, les symptômes convulsifs se sont souvent montrés du même côté que l'hémisphère atteint.

(¹) Travail du laboratoire de Physiologie de l'Université de Montpellier.

» Les *pigeons,* les *grenouilles,* les *lézards* n'ont, au contraire, présenté aucun accident.

» Les convulsions que j'ai observées chez les mammifères apparaissaient au bout de quelques minutes; elles se manifestaient sous la forme de convulsions cloniques et toniques atteignant d'abord les muscles de la mâchoire et envahissant ensuite les quatre membres, avec tics convulsifs de la face, mouvements de va-et-vient des membres, souvent plus accusés du côté opposé à la lésion. Dans d'autres cas, j'ai observé des mouvements de rotation et de translation, variables dans leur forme : tantôt ils prenaient le type du mouvement de manège, tantôt celui de rotation sur l'axe, de translation latérale ou de recul.

» Les membres du côté opposé à la lésion ont souvent offert un certain degré de parésie, et un de mes chiens m'a semblé offrir une notable altération de la vue; il se jetait sur les objets qu'il rencontrait, sans paraître les apercevoir. J'ai souvent constaté la perte plus ou moins durable de la connaissance.

» Dans la plupart de mes expériences, apparut une abondante salivation.

» Chez les animaux qui survécurent aux accidents convulsifs, je puis diviser les symptômes en trois périodes :

» *Première période.* — Crampes convulsives de courte durée, se montrant dans les muscles de la mâchoire et les extrémités, sans perte de connaissance.

» *Deuxième période.* — Convulsions plus intenses et de plus longue durée, avec accès d'excitation cérébrale; les animaux se livrant à une course désordonnée, salivation abondante, perte de connaissance pendant les accès convulsifs.

» *Troisième période.* — Accès diminuant progressivement de nombre et d'intensité. L'animal, plongé d'abord dans un état comateux, revenait peu à peu à la santé et les symptômes s'amendaient progressivement de façon que, au bout de quelques heures, l'animal était revenu à l'état normal.

» Les phénomènes observés dans la seconde période ont varié selon l'animal : les *rats* se dressaient sur les pattes postérieures, en offrant de petites secousses dans les membres antérieurs et finissaient par tomber en arrière ou sur le côté, les membres agités de petites secousses cloniques. Ils se relevaient ensuite et recommençaient ainsi une série de crises convulsives qui duraient souvent plus d'une heure.

» Chez les *cochons d'Inde*, j'ai observé des phénomènes semblables avec mouvement de rotation, torsion du cou et crampes cloniques et toniques affectant spécialement le membre antérieur du même côté que l'hémisphère sur lequel on avait appliqué la substance.

» Chez les *chiens* et les *chats*, qui, pendant cette période, étaient couchés sur le côté, il y eut perte de connaissance et crises violentes de convulsions, avec salivation abondante et dilatation pupillaire.

» Les *lapins* offrirent aussi les mêmes phénomènes de convulsions avec salivation abondante.

» Tous ces symptômes manquèrent, au contraire, complètement soit chez les *pigeons,* soit chez les *grenouilles* et les *lézards* opérés par moi.

» En résumé, l'application de la bile concentrée ou des sels biliaires sur la surface du cerveau provoque, chez certains animaux (chat, chien, lapin, rat, cochon d'Inde), des phénomènes cérébraux divers, caractérisés surtout par des convulsions et de la perte de connaissance accompagnées de salivation. Ces symptômes rappellent ceux qui sont observés dans certains ictères graves et doivent probablement être attribués à l'action des sels biliaires.

» J'ai l'intention de publier *in extenso* le détail des expériences que j'ai succinctement résumées dans cette Note. »

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *Le* Pseudocommis Vitis *Debray dans les tubercules de Pommes de terre.* Note de M. E. **Roze**, présentée par M. Chatin.

« Ce Myxomycète que M. Debray a fait connaître avec détails (¹) avait été déjà observé par lui dans les feuilles jaunissantes des Pommes de terre. Tout récemment, M. Parizot a eu l'obligeance de me remettre des tubercules de la variété *Quarantaine de la Halle,* dont la moitié du parenchyme, après la cuisson, prenait une teinte jaunâtre et brunâtre. L'examen que je fis des tubercules me permit de remarquer qu'ils présentaient à leur surface de rares petites perforations subérifiées, autour desquelles existait, dans le tissu sous-jacent, une zone brune que je reconnus comme assez semblable à celles que j'avais étudiées l'an dernier, et dans les cellules desquelles j'avais cru constater la présence d'un Microcoque parasite des noyaux. Mais je n'avais alors sous les yeux que les premiers développements du véritable parasite. Je retrouvais bien maintenant, dans la périphérie de cette zone, les noyaux des cellules attaqués comme je les avais vus antérieurement; mais les cellules mêmes de cette zone brune se montraient envahies par une masse plasmatique d'un brun jaunâtre, englobant parfois tous leurs grains de fécule, et laissant voir çà et là de petites sphères d'un brun rougeâtre, qui simulaient quelquefois des gouttelettes

(¹) *La Brunissure chez les végétaux et en particulier dans la Vigne* (*Revue de Viticulture,* 1895).

d'huile et se trouvaient d'autres fois remplies de granules ou bien d'infimes vacuoles. Je ne tardai pas à reconnaître qu'il s'agissait du *Pseudocommis Vitis* Debray, de ses plasmodes et de ses kystes, tels que l'auteur les a soigneusement décrits.

» Ayant à ma disposition un certain nombre de tubercules *piqués*, dont les perforations paraissaient dues plutôt à des iules qu'à des insectes, je fis des coupes de ces perforations : le résultat ne fut pas celui que j'attendais, car ces perforations n'étaient pas toutes entourées de la zone brunâtre caractéristique des tissus envahis par le *Pseudocommis*.

» Mais j'examinais alors beaucoup d'autres tubercules *non piqués*, dans lesquels j'avais remarqué que des taches d'un brun jaunâtre apparaissaient sous l'épiderme lorsqu'il était coupé.

» Ces taches internes, peu profondes, correspondaient à des taches sombres, existant sur la surface des tubercules, et parfois assez étendues et déprimées. Or, je fus conduit à constater que toutes ces taches internes d'un brun jaunâtre renfermaient les plasmodes du *Pseudocommis*, et parfois même ses kystes. Je n'avais, du reste, rien obtenu de cultures expérimentales de ces tubercules ainsi tachés : ni Microcoques, ni *Phytophtora*, ni Mucédinées. Les membranes des cellules envahies par ces plasmodes avaient conservé leur rigidité ordinaire, et dans ces cellules il n'existait aucun filament de mycélium. La pénétration des parois cellulaires par les plasmodes avait donc eu lieu dans ces Pommes de terre comme M. Debray l'avait observée dans les tissus de la Vigne, et ces plasmodes avaient dû traverser directement l'épiderme, de même qu'ils avaient pu profiter des perforations des iules pour s'y introduire.

» La constatation de la présence de ce Myxomycète dans les cellules sous-épidermiques de ces tubercules pourrait sembler tout d'abord n'avoir qu'un intérêt scientifique. Mais je dois ajouter que j'ai fait cette constatation sur un grand nombre de Pommes de terre, appartenant à une vingtaine de variétés différentes, de diverses provenances agricoles et horticoles, ce qui me porte à croire que cette maladie des tubercules, sur laquelle l'attention n'a pas encore été appelée, doit être assez répandue, et que l'action nocive de ce Myxomycète serait aussi bien à craindre pour la Pomme de terre, qu'elle peut l'être pour les autres végétaux, chez lesquels M. Debray l'a déjà signalée, et en particulier pour la Vigne, les Pois, le Tabac, la plupart des arbres fruitiers, etc. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Observations sur quelques propriétés de l'oxydase des vins.* Note de M. **Bouffard**, présentée par M. Aimé Girard.

« C'est un fait bien établi aujourd'hui que l'oxydase signalée dans les vins par M. Gouirand (¹) est la cause de cette altération que l'on a désignée sous le nom vague de *casse* et dont j'ai donné la description dans une Note précédente (²). La facilité avec laquelle on isole cette oxydase au moyen de l'alcool m'a permis de reproduire, en même temps qu'avec une solution de la laccase découverte par M. Bertrand, tous les phénomènes d'oxydation considérés par celui-ci comme caractéristiques des oxydases.

» Cependant, et en quelque état de concentration que j'aie employé cette diastase, il ne m'a pas été possible, en l'ajoutant à des vins non *cassants*, de reproduire la *casse* dans toute son intensité. L'altération du vin n'est alors, et le plus souvent, que partielle et peut même passer inaperçue alors que cependant l'agent oxydant bleuit fortement la teinture alcoolique de résine de gaïac.

» L'emploi de la chaleur et de l'acide sulfureux que j'ai conseillé, à l'exclusion de tout autre procédé, pour éviter les effets désastreux de la casse, se trouve actuellement justifié dans la pratique par de nombreuses applications.

» Bien que, d'une manière générale, l'action de la chaleur sur les oxydases soit connue, il m'a paru intéressant et utile de préciser certaines particularités du phénomène qui permettront, en ce qui concerne le chauffage, de mieux en fixer les conditions.

» Plusieurs observateurs considèrent la diastase des vins comme très résistante à la chaleur, et indiquent pour sa destruction des températures variant de 70° à 100°. L'expérience m'ayant montré que des vins cassants, chauffés à 55°, présentent déjà une stabilité plus grande, et qu'à 60° ils sont complètement préservés de la casse, j'ai cherché si réellement, à ces températures, la diastase perd ses propriétés oxydantes. A cet effet, et en me plaçant dans des conditions identiques, j'ai extrait d'un même vin cassant, non chauffé d'un côté et, de l'autre, chauffé à 60°, la diastase qu'il contenait. Après redissolution dans une très petite quantité d'eau, la diastase du vin non chauffé a donné une coloration bleue avec la teinture de

(¹) *Comptes rendus*, t. CXX, p. 887.
(²) *Ibid.*, t. CXVIII, p. 827.

gaïac; celle extraite du vin chauffé n'en a donné aucune. La température de 60° avait donc bien détruit son activité.

» Comme on devait le supposer, la nature chimique du milieu peut modifier la température à laquelle cette destruction se produit. Pour le démontrer, j'ai procédé aux essais suivants, en milieu aqueux, alcoolique et acide. L'oxydase a été extraite par l'alcool de 1^{lit} de vin cassant, que l'on peut considérer comme type. Après lavage et dessiccation rapide dans le vide, elle a été redissoute dans l'eau (25^{cc}), et la liqueur, divisée ensuite en trois parties, dont l'une a été additionnée d'alcool à 10 pour 100, l'autre d'une proportion d'acide tartrique équivalente à $0^{gr},5$ d'acide sulfurique.

» 1^{cc} de chaque dissolution a été placé dans un petit tube bouché, de $0^{m},01$ de diamètre, et ceux-ci ont été, par groupes de trois, chauffés au bain-marie, pendant deux minutes, à des températures croissant de $2°,5$ à chaque opération; les trois tubes, enfin, ont été refroidis brusquement. Une addition de 3 gouttes de teinture de gaïac a permis de juger de l'atténuation ainsi obtenue, et de reconnaître par suite les températures auxquelles la destruction a lieu, suivant la nature chimique du milieu.

» Ces températures ont été les suivantes :

	°
Solution aqueuse neutre	72,5
Solution alcoolique à 10 pour 100	60,0
Solution d'acide tartrique à 0,5 pour 100 (1)	52,5

» En outre l'atténuation de l'activité de l'oxydase, qui peut s'apprécier colorimétriquement, en comparant l'intensité de la coloration bleue, est progressive au fur et à mesure que l'on s'approche de la température de destruction.

» En doublant la richesse, en alcool ou en acide, on abaisse ces températures d'environ 5°.

» La durée du chauffage a également une importance : à 60°, dans le milieu aqueux neutre, au bout de deux minutes, la diastase conserve son activité; au bout de vingt minutes il y a destruction et décroissance de l'activité jusqu'à cette limite.

» On voit combien est grande l'influence de l'acidité dans le cas où l'on chauffe, alors qu'à froid cette influence n'existe pas ou est peu sensible. Il convient de noter que l'acide tartrique ne modifie pas la couleur bleue après action de la diastase active aqueuse et neutre.

» La présence de l'alcool jointe à l'action du chauffage a également une

(1) Évalué en acide sulfurique.

action très marquée mais moins importante que celle due à la présence de l'acide.

» Les teneurs en alcool et en acide que j'ai adoptées pour ces essais se rapprochant de la constitution moyenne des vins, on conçoit que les accidents de la casse puissent être supprimés par un chauffage à 60°-65° alors que dans un milieu aqueux et neutre il faut une température plus élevée.

» Dans la pratique, il sera toujours prudent de faire sur de petits volumes de vin (100^{cc}) des essais de chauffage à températures croissantes et d'observer ensuite la stabilité du vin en l'exposant à l'air.

» L'action de l'acide sulfureux est plus délicate à mettre en évidence, car on peut faire à ce sujet les hypothèses suivantes : 1° l'acide sulfureux avide d'oxygène empêche celui-ci de se porter sur la matière colorante du vin; 2° ou bien il se combine avec la matière colorante qui devient ainsi moins oxydable; 3° ou bien il exerce une action directe sur l'oxydase. C'est cette dernière hypothèse que confirment mes observations.

» Deux vins différents, cassants tous les deux, ont été additionnés d'acide sulfureux dans la proportion, par litre, de $0^{gr},1$ pour l'un et $0^{gr},02$ pour l'autre et, du fait de cette addition, ils ont été pratiquement reconnus comme rebelles à la *casse*. Vingt-quatre heures après cette opération, on a, de ces vins traités et des mêmes vins non traités, extrait la diastase au moyen de l'alcool et en se plaçant dans les mêmes conditions. Les précipités, lavés avec soin à l'alcool pour enlever toute trace d'acide sulfureux qui, par sa présence, décolore la teinture de gaïac bleuie par la diastase active, ont été séchés et redissous dans l'eau. L'addition de quelques gouttes du réactif à l'oxydase du vin sulfité n'a donné aucune coloration bleue alors que celle du vin non sulfité se colorait fortement. Cette observation est corroborée par l'expérience suivante : le même volume d'un même vin (100^{cc}) non traité et traité à l'acide sulfureux ($0^{gr},02$ par litre) a été évaporé dans le vide à 45° de façon à enlever, comme on l'a constaté analytiquement, la plus grande partie de l'acide sulfureux ajouté. Il n'en restait, en effet, dans ce vin que $0^{gr},003$, quantité insuffisante pour agir sur la *casse*. Après reconstitution du vin en volume par l'addition de l'eau et de l'alcool, le vin sulfité s'est conservé à l'air sans trouble; le vin non sulfité s'est cassé comme s'il n'avait subi aucune concentration.

» On peut donc déduire de ces faits que l'acide sulfureux agit directement sur l'oxydase et en détruit complètement les propriétés oxydantes. Son emploi dans ce cas est bien spécifique; mais il y a lieu, par des essais préalables, de déterminer la dose efficace contre la *casse :* cette dose peut varier de $0^{gr},1$ à 0,01. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Sur le seigle.* Note de M. **Balland.**

« La France ne reçoit pas de seigle de l'étranger et elle n'en exporte qu'une faible quantité en Allemagne et en Suisse. La récolte, pour 1895, a été d'environ 25 millions d'hectolitres. La culture de cette céréale, qui couvrait 2557 milliers d'hectares en 1840, n'occupe plus aujourd'hui que 1533 milliers d'hectares. Elle va en diminuant progressivement : depuis 1882, elle a perdu plus de 210000 hectares. La culture du froment s'est accrue d'autant et il y a lieu de s'en féliciter, car le blé est plus nourrissant que le seigle, dont la matière azotée se prête moins bien à la panification. C'est, d'ailleurs, l'indice de grands progrès réalisés par l'agriculture, car la plupart des terrains conquis sur le seigle ont dû être fortement travaillés et amendés avant d'être occupés par le froment.

» Les principaux seigles récoltés en France en 1895 et en 1896 ont présenté la composition centésimale suivante :

		Matières					
	Eau.	azotée.	grasse.	amylacée.	Cellulose.	Cendres.	Poids moyen de 100 grains.
Au minimum....	11,30	7,52	1,04	69,75	1,30	1,56	2gr,38
Au maximum....	16,40	9,91	1,36	76,08	1,98	2,10	3gr,36

» Il résulte de ces données que le poids moyen des grains de seigle, en France, est fort au-dessous du poids moyen des grains de blé, et que les matières grasses et azotées sont en proportions notablement inférieures dans les seigles. Quant à la moyenne des autres éléments, elle ne diffère pas sensiblement de celle des blés. Ses cendres sont également fusibles et présentent la même richesse en phosphates; l'acidité est un peu plus élevée (0,030 à 0,070 pour 100).

» Le seigle, céréale des pays pauvres, était peu goûté des Romains : *Secale Taurini sub alpibus asiam vocant, deterrenium et tantum ad arcendam famem... ingratissimum ventri est* (Plin., *Hist. nat.*, XVIII, 40). »

PHYSIQUE MÉDICALE. — *Radiographie d'un homme et d'une femme (tronc et bassin).* Note de M. **F. Garrigou**, présentée par M. Potain. (Extrait.)

« Après avoir décrit [1] ce que m'avait montré l'étude radioscopique du corps humain, j'ai voulu faire constater par la radiographie l'exactitude

---

[1] *Médecine moderne,* 13 mars 1897.

des descriptions dues à M. Bouchard et à d'autres, ainsi qu'à moi-même.

» C'est la première fois, je crois, que l'on présente un ensemble radiographique obtenu en une seule séance, sur un même sujet vivant.

» Pour être complet et compris, il faut diviser les études radiographiques, en études anatomico-physiologiques du corps humain, et en études pathologiques.

» Pour l'étude anatomico-physiologique, j'ai choisi deux sujets sains, de même âge (22 ans), homme et femme, et j'ai formé les radiographies au grand focus Ducretet.....

» Sur l'écran radioscopique, on suit facilement :

» 1° Les mouvements du cœur et des oreillettes;

» 2° Le jeu de la respiration.

» Sur la femme, dans une forte inspiration, surtout abdominale (respiration des chanteurs), on voit le diaphragme s'abaisser, entraînant avec lui le foie, l'estomac et la rate. A la fin de l'inspiration, les côtes sont soulevées par les muscles intercostaux, dont on voit les insertions de chaque côté du sternum, formant une bande verticale double, foncée. Les poumons, gorgés de sang, deviennent peu à peu plus réfractaires au passage des rayons X, et s'obscurcissent.

» Sur l'homme, dans le mouvement d'expiration, les poumons s'éclaircissent de nouveau ; le foie, la rate et l'estomac sont entraînés vers le bas du thorax par le redressement du diaphragme.

» Tout revient ensuite dans l'état qu'indiquent les photographies que nous avons l'honneur de mettre sous les yeux de l'Académie. »

M. **Potain** présente, au nom du Dr *Martin-Durr*, deux photographies du thorax entier, obtenues à l'aide des rayons X. L'une provient d'un sujet normal et montre la transparence très égale des poumons dans toute leur étendue; l'autre, d'un sujet affecté d'une induration très étendue du sommet du poumon gauche. La radiographie ainsi obtenue ne montre rien assurément qu'on ne puisse reconnaître à l'aide des méthodes d'examen que nous possédons déjà; mais elle aurait l'avantage de permettre de comparer les lésions du même poumon à des époques successives avec plus de rigueur que n'en peuvent permettre de simples souvenirs ou des notations écrites. Pour cela, de très grandes photographies donnant la totalité du thorax sont nécessaires parce que, seules, elles permettent d'avoir des points de comparaison suffisants.

M. **Aug. Coret** adresse une Note relative à une expérience d'un « cône mis en rotation sur l'eau ».

M. **Galamand** adresse une Note relative à deux tourniquets électriques.

A 4 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Section d'Astronomie, par l'organe de son doyen, M. **Faye**, présente la liste suivante de candidats à la place laissée vacante par le décès de M. *Tisserand* :

En première ligne, par ordre alphabétique..... M. **Bigourdan**. M. **Perrotin**. M. **Radau**.

En seconde ligne, par ordre alphabétique...... M. **Deslandres**. M. **Hamy** (Maurice). M. **Puiseux**.

Les titres de ces candidats sont discutés.

L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à 6 heures.

M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 22 mars 1897.

Bulletin des Sciences mathématiques, rédigé par MM. Gaston Darboux et Jules Tannery. Deuxième série. Mars 1897. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1897; 1 fasc. in-8°.

Chaleur et énergie, par E. Ariès, Chef de bataillon du Génie. Paris, Gauthier-Villars et fils; 1 vol. in-12. (Présenté par M. A. Cornu.)

L'Anthropologie. Rédacteur en chef : M. M. Boule-Verneau. 1897. Tome VIII. N°1. Janvier-février. Paris, Masson et Cie ; 1 vol. in-8°.

Revue Maritime, couronnée par l'Académie des Sciences. Tome CXXXII. Janvier 1897. Paris, L. Baudoin ; 1 vol. in-8°.

Annuaire de la Marine pour 1897. Paris, Berger-Levrault et Cie ; 1 vol. in-8°.

La Nature. Revue des Sciences et de leurs applications aux Arts et à l'Industrie. Directeur : Henri de Parville. 20 mars 1897. Masson et Cie. 1 fasc. gr. in-8°.

Revue générale des Sciences pures et appliquées, Directeur : Louis Olivier. 15 mars 1897. Paris, G. Carré et C. Naud ; 1 fasc. gr. in-8°.

Bulletin de l'Académie de Médecine, publié par MM. J. Bergeron, Secrétaire perpétuel, Cadet de Gassicourt, Secrétaire annuel. Séance du 16 mars 1897. Paris, Masson et Cie, 1 fasc. in-8°.

Memoirs of the Museum of comparative Zoology at Harvard college. Vol. XXII and Atlas. 2 vol. in-4°.

Archivos do Musen nacional do Rio de Janeiro. Vol. VIII. Rio de Janeiro, 1892 ; 1 vol. in-4°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 5 AVRIL 1897,

PRÉSIDENCE DE M. A. CHATIN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce à l'Académie que le Tome CXXII des *Comptes rendus* est en distribution au Secrétariat.

MÉCANIQUE ANALYTIQUE. — *Les solutions périodiques et le principe de moindre action.* Note de M. **H. Poincaré**.

« Je considère un point mobile dans un plan, les équations du mouvement s'écriront

$$(1)\qquad \frac{d^2x}{dt^2} = \frac{dU}{dx}, \qquad \frac{d^2y}{dt^2} = \frac{dU}{dy},$$

et celle des forces vives s'écrira

$$(2)\qquad \frac{1}{2}\left(\frac{dx^2}{dt^2} + \frac{dy^2}{dt^2}\right) = U + h,$$

U étant la fonction des forces. Je me propose d'étudier à un point de vue nouveau les solutions périodiques de ces équations. La trajectoire qui correspond à une solution périodique sera une courbe fermée (T).

» A chaque solution périodique correspondront deux *exposants caractéristiques*, égaux et de signe contraire. Si ces deux exposants sont imaginaires, la solution périodique sera stable; s'ils sont réels, elle sera instable. Mais la considération du principe de moindre action va nous conduire à pousser plus loin cette classification et à distinguer deux sortes de solutions instables.

» On sait, par le principe de Maupertuis, que l'intégrale

$$J = \int \sqrt{U + h}\, ds,$$

appelée *action*, est plus petite pour une trajectoire satisfaisant aux équations (1) que pour une courbe infiniment voisine ayant mêmes extrémités. Cela est vrai si ces deux extrémités sont très voisines l'une de l'autre; mais, en général, tout ce que nous savons c'est que la variation première δJ de l'intégrale J est nulle.

» C'est là une condition nécessaire, mais non suffisante pour qu'il y ait minimum.

» Si l'on veut pousser plus loin la discussion, il faut avoir recours à la notion des foyers cinétiques dont je vais rappeler la définition. Soit M un point situé sur une trajectoire T; par ce point je mène une autre trajectoire infiniment voisine de T; si cette trajectoire vient recouper T en un point M', ce point M' sera le foyer de M.

» L'étude des foyers cinétiques, dans le cas des solutions périodiques, m'a conduit aux résultats suivants :

» Supposons d'abord la solution périodique stable; soient s l'arc de la trajectoire fermée (T) correspondante, compté à partir d'une origine quelconque, et S la longueur totale de cette trajectoire. Il existera une fonction $f(s)$ constamment croissante, augmentant de 2π quand s augmente de S, de telle sorte que

$$f(s + S) = f(s) + 2\pi.$$

» La relation entre la valeur s de l'arc correspondant à un point M de (T) et la valeur s' correspondant à son foyer M' sera

$$f(s') = f(s) + \text{const.}$$

» Si la solution périodique est instable, deux cas sont à distinguer : La solution sera de la première sorte, si aucun point de la trajectoire n'a de foyer. Alors les trajectoires correspondant aux solutions asymptotiques seront des courbes spirales s'enroulant autour de (T) et s'en rapprochant asymptotiquement.

» Les spires de ces courbes spirales ne coupent pas (T) et ne se coupent pas entre elles, au moins si l'on se borne à la partie de la courbe qui ne s'écarte pas trop de (T).

» Mais un autre cas peut se présenter et nous dirons alors que la solution périodique instable est de la seconde sorte. La courbe fermée (T) sera divisée en un nombre pair d'arcs; soient $2p$ ce nombre et $A_0, A_1, \ldots, A_{2p-1}$ les points de division. Pour plus de symétrie dans les notations, je désignerai indifféremment le point A_q par les notations $A_q, A_{q+2p}, A_{q+4p}, \ldots$.

» 1° Le point A_{q+1} sera le foyer de A_q.

» 2° Si un point M est sur l'arc $A_q A_{q+1}$, son foyer sera sur l'arc $A_{q+1} A_{q+2}$.

» 3° Soient M_1 le foyer de M, M_2 le second foyer de M, c'est-à-dire le foyer de M_1, M_q le $q^{\text{ième}}$ foyer de M. Si le point M est sur l'arc $A_0 A_1$, il en sera de même des points $M_{2p}, M_{4p}, \ldots, M_{2kp}, \ldots$ et ces points se rapprocheront indéfiniment et constamment de l'un des points A_0 ou A_1.

» 4° Il existera sur l'arc $A_0 A_1$ un point B_0 qui coïncidera avec son $2p^{\text{ième}}$ foyer et, quand k tendra vers $-\infty$, le point M_{-2kp} se rapprochera indéfiniment de B_0.

» Les solutions asymptotiques sont représentées alors par des courbes qui ne présentent plus la même forme que dans le cas précédent : elles coupent une infinité de fois la courbe (T), et les points d'intersection admettent comme points limites le point A_0 et ses foyers ou le point B_0 et ses foyers.

» Cela posé, il y a deux faits sur lesquels je veux appeler l'attention :

» 1° La condition nécessaire et suffisante pour qu'une solution périodique représentée par une courbe fermée (T) corresponde à une action moindre que toutes les courbes fermées infiniment voisines, c'est que cette solution soit une solution instable de la première sorte.

» 2° Supposons que l'on fasse varier d'une façon continue la fonction U et les conditions initiales du mouvement et que l'on envisage une solution périodique variant aussi d'une manière continue. On ne pourra jamais passer directement d'une solution instable de la première sorte à une solution instable de la deuxième sorte; on pourra passer seulement d'une

solution instable de l'une des deux sortes à une solution stable ou inversement.

» Ce que je viens de dire s'appliquerait sans changement au cas du mouvement relatif.

» Supposons que le point mobile soit rapporté à des axes mobiles, animés d'un mouvement de rotation uniforme de vitesse angulaire ω.

» Les équations s'écriraient alors

$$\frac{d^2x}{dt^2} - 2\omega\frac{dy}{dt} = \frac{dU}{dx},$$
$$\frac{d^2y}{dt^2} + 2\omega\frac{dx}{dt} = \frac{dU}{dy},$$

en comprenant dans la fonction des forces U le terme provenant de la force centrifuge ordinaire.

» L'équation des forces vives serait encore

$$\frac{1}{2}\left(\frac{dx^2}{dt^2} + \frac{dy^2}{dt^2}\right) = U + h$$

et l'expression de l'action deviendrait

$$J = \int\left[ds\sqrt{U+h} + \omega(x\,dy - y\,dx)\right]. \text{ »}$$

CHIMIE MINÉRALE. — *Préparation du carbure de fer par union directe du métal et du carbone.* Note de M. **Henri Moissan.**

« L'étude du carbure de fer a fixé depuis longtemps l'attention des chimistes. Il me suffira de rappeler les nombreuses recherches publiées sur ce sujet et, en particulier, les travaux de Sir F. Abel, de Deering, de Muller, Osmond et Wœrth (1885); Arnolds et Read (1894); le Mémoire de Mylius, Fœrster et Schwenz (1896), qui est un modèle de patientes recherches et d'habileté expérimentale; celui de Campbell (1896), qui a plus particulièrement étudié la décomposition du carbure de fer par l'acide chlorhydrique étendu et la production des carbures gazeux et liquides; et les travaux de Jüptner (1896) sur le pouvoir de saturation du fer par le carbone. Je laisse de côté nombre de publications sur le même sujet.

» De l'ensemble de ces recherches il résulte nettement que l'acier fondu ou recuit renferme un carbure cristallisé, répondant à la formule Fe^3C, que l'on prépare avec la plus grande facilité.

» *Loups des hauts fourneaux*. — Avant d'aller plus loin, nous avons tenu à étudier quelques loups de hauts fourneaux dans lesquels différents auteurs ont mentionné la formation de carbures de fer définis en leur attribuant des formules très variables.

» 1° Nous avons étudié tout d'abord un loup provenant d'un haut fourneau de Denain, que nous devons à l'obligeance de M. Maurice Meteyer, ingénieur de la Société de Denain et Anzin. Cette masse de fonte cristallisée avait été recueillie au fond du haut fourneau n° 2.

» Cet échantillon se présentait en fragments de plusieurs centimètres qui, à première vue, paraissaient cristallisés; mais, en y regardant de plus près, on voit que les angles dièdres n'ont aucune régularité sur la même arête et que les faces sont plus ou moins courbes. L'analyse d'un échantillon nous a donné les chiffres suivants : fer, 87,99; carbone total (carbone combiné et graphite), 8,75; silicium, 2,17. En répétant cette analyse sur différentes parties du même fragment, on voit que la teneur en carbone varie considérablement. Ces pseudo-cristaux ont été formés tout simplement par la poussée de la fonte liquide entre de larges lamelles de graphite; ils ne répondent à aucune formule déterminée.

» Le résidu insoluble, après destruction de graphite, ne renfermait pas de diamant.

» 2° Nous devons le deuxième loup, qui fait le sujet de cette étude, à l'obligeance de M. Fromholt. Il vient de la maison Metz et Cie, d'Esch-sur-l'Alzette (grand-duché de Luxembourg). Il a été fourni par le creuset du haut fourneau n° 3.

» *Échantillon A*. — Cet échantillon, formé de fragments compacts, non homogènes, provenait d'une portion cristalline du loup ne contenant que très peu de fonte. Après attaque par l'acide chlorhydrique, la matière est complètement désagrégée; il reste un résidu abondant, en partie transparent et riche en graphite. On fait des attaques alternées à l'acide fluorhydrique et à l'acide sulfurique, puis on détruit le graphite par le chlorate de potassium et l'acide nitrique. Le peu de matière qui reste après ce traitement est attaqué par le bisulfate en fusion, puis par le fluorhydrate de fluorure de potassium fondu, et, enfin, par l'acide sulfurique bouillant. Après tous ces traitements, il ne reste rien sur le champ du microscope. Le résidu ne contenait donc pas de diamant.

» *Échantillon B*. — Échantillon de 58^{gr}. Substance non homogène, renfermant des cristaux pourpres d'azoture de titane, des cristaux octaédriques d'acide titanique et d'autres cristaux jaunes et noirs, au milieu de masses fondues dont peu de parties sont métalliques.

» La composition du métal ne répond à aucune formule déterminée. Après avoir fait subir à la masse le traitement indiqué plus haut, nous n'avons rien trouvé à l'examen microscopique.

» *Échantillon C.* — Ce fragment de 42^{gr} ne nous a pas fourni trace de diamant.

» Ces échantillons étaient particulièrement intéressants puisque c'est dans ce loup d'Esch-sur-l'Alzette que M. Rossel avait indiqué l'existence du diamant transparent. Nos échantillons n'en renfermaient pas.

» *Carbure de fer.* — L'étude des différents carbures métalliques, que j'ai poursuivie depuis plusieurs années, m'a amené à rechercher quelle pouvait être l'action du carbone sur le fer pur, à des températures de plus en plus élevées.

» Lorsque l'on fond du fer de Suède ou du fer pur ([1]), en présence de charbon de sucre, au four électrique, on voit que la liquidité devient de moins en moins grande lorsque la température s'élève. A une température voisine de celle de la fusion du titane, le contenu du creuset de charbon est devenu tellement visqueux que l'on peut retourner le creuset sans que rien ne s'écoule à l'extérieur. Il est vrai que quelques instants plus tard, dès que la température s'abaisse, le métal reprend toute sa fluidité et coule comme de l'eau. Aussitôt que la masse est refroidie, on obtient un culot de fonte abondamment recouvert de graphite et présentant tous les caractères de la fonte grise.

» Lorsque l'on étudie le métal refroidi, surtout s'il s'agit de fer bien pur, on reconnaît qu'il ne contient que très peu de carbone combiné, environ 1 pour 100. La masse métallique renferme de nombreux cristaux de graphite.

» Le nickel, qui dissout aussi une grande quantité de carbone à haute température, présente la même réaction. Ce métal, refroidi lentement à l'air, ne contient que des traces de carbone combiné ([2]).

» Les analyses des loups de haut fourneau, ainsi que les expériences précédentes, montraient donc que, par le refroidissement ordinaire d'une masse de fonte, on obtenait plus ou moins de graphite et peu de carbone combiné. En traitant cette fonte par les acides étendus, une forte proportion de carbone s'échappe à l'état de carbure gazeux et l'autre partie reste sous des formes plus ou moins complexes, mal étudiées jusqu'ici.

([1]) Ce fer était préparé par réduction de l'oxyde dans un courant d'hydrogène.

([2]) Deux échantillons de nickel nous ont donné à l'analyse 0,21 et 0,23 de carbone combiné. Ce métal reste malléable.

» Lorsque nous avons préparé le diamant transparent ou cristallisé par refroidissement brusque de la fonte dans l'eau, nous avons remarqué qu'il se présentait souvent, dans la portion centrale du métal, des parties rayonnées rappelant l'aspect du borure ou du siliciure de fer, composés parfaitement définis et cristallisés. Nous avons pensé alors que ce carbure de fer pourrait peut-être exister à très haute température, et se détruire en presque totalité, en redescendant au point de solidification de la fonte. On connaît en Chimie de semblables exemples de décomposition. C'est ainsi que Henri Sainte-Claire Deville et Debray avaient constaté que, en refroidissant brusquement la vapeur émise par l'argent en ébullition, au contact de l'air, l'argent métallique que l'on recueille renferme de l'oxyde d'argent. Cet oxyde d'argent s'est donc formé à une température bien supérieure à celle de sa décomposition.

» De même, nos Confrères MM. Troost et Hautefeuille ont démontré que l'ozone, qui se détruit si facilement par la moindre élévation de température, peut se produire entre 1300° et 1400°. Nous estimons que la préparation directe du carbure de fer vient ajouter un nouvel exemple à ces phénomènes curieux. En effet, si nous refroidissons brusquement de la fonte saturée de carbone, nous allons obtenir un culot métallique riche en carbure de fer. La teneur en carbone combiné va s'élever jusqu'à 5,25 pour 100.

» *Préparation du carbure de fer.* — Dans le but d'obtenir un carbure très pur, on doit éviter la saturation complète de la fonte et empêcher la formation du graphite. Pour cela, on chauffe au four électrique 500gr de fer de Suède dans un creuset de charbon qui fournira le carbone nécessaire. La chauffe dure trois minutes avec un courant de 900 ampères et 600 volts. On ouvre ensuite le four, le creuset est saisi avec des pinces et trempé dans un vase rempli d'eau froide; l'expérience est sans danger. C'est, en résumé, la répétition de l'expérience qui nous a servi à obtenir le diamant. Seulement, dans cette préparation, que le culot soit bien ou mal réussi, qu'il y ait pression ou non, le carbure se produit toujours.

» La fonte que l'on obtient ainsi est très dure, cassante, souvent d'un aspect cristallin remarquable. Elle ne renferme pas trace de graphite et contient de 3 à 4 pour 100 de carbone combiné [1].

» Pour séparer les cristaux de carbure de fer, apparents dans le métal,

---

[1] Cette fonte nous a donné les chiffres suivants, carbone combiné : 3,31; 3,49; 3,68; 3,92.

nous avons suivi les méthodes indiquées déjà par MM. Mylius, Fœrster et Schwenz dans leur étude du carbure de l'acier, en les modifiant cependant pour obtenir un produit d'une grande pureté.

» 1° Deux culots de fonte sont disposés dans un cristallisoir rempli d'une solution d'acide chlorhydrique à 7 pour 100 et ils sont reliés au pôle positif de deux éléments de pile Bunsen à raison d'un élément par culot. Les deux pôles négatifs sont en contact avec une lame verticale de charbon qui se trouve au milieu du cristallisoir.

» Après vingt-quatre heures, on retire les culots et l'on enlève toute la partie friable, qui est formée d'un mélange complexe renfermant du carbure et du carbone amorphe.

» 2° Les fragments de fonte placés dans un tube de verre effilé sont maintenus pendant trois semaines au milieu d'une solution d'acide très étendu (¹) en évitant tout accès de l'air.

» 3° Quand on ne prépare que peu de carbure à la fois, on peut employer des acides plus concentrés et opérer à chaud. D'une façon générale, le fer étant nettement plus attaquable que le carbure, ce dernier reste comme résidu dans l'action ménagée des acides minéraux ou organiques, de l'eau iodée, de l'acide chromique, etc.

» L'acide azotique normal (²), agissant sur la fonte finement pulvérisée, fournit du carbure mélangé d'une très petite quantité de carbone léger. L'acide nitrique à demi normal donne en quelques heures du carbure presque pur.

» *Purification*. — Quelle que soit la méthode employée, le carbure obtenu est souillé d'une quantité variable de carbone libre et de carbures d'hydrogène liquides ou solides peu solubles dans l'éther. On peut obtenir un composé pur et répondant exactement à la formule Fe^3C en traitant le carbure impur par l'acide nitrique fumant, aussi exempt d'eau que possible. Le carbure de fer n'est pas attaqué à froid et la décomposition ne se produit qu'au point d'ébullition de l'acide.

» En laissant séjourner le carbure deux heures dans l'acide nitrique fumant à la température de 35°, le carbone libre et les carbures d'hydrogène passent à l'état de composés solubles. Le mélange est alors versé dans

(¹) Acide sulfurique normal à 98 pour 1000, acide chlorhydrique à 7 pour 100, et acide acétique à 60 pour 1000.

(²) L'acide normal renferme 1 molécule par litre, soit 60^{gr} pour un litre de la solution.

un grand excès d'eau; on décante ce dernier liquide, on lave à l'alcool, puis à l'éther, et enfin l'on sèche dans l'acide carbonique à la température de 100°, en ayant bien soin de ne retirer le carbure de ce dernier gaz que lorsqu'il est complètement refroidi.

» On peut accélérer la purification du carbure de fer par l'acide nitrique en additionnant ce dernier d'une petite quantité de chlorate de potassium. On peut aussi substituer à ce mélange une solution aqueuse d'acide chromique à 10 pour 100. Dans ce dernier cas, on maintient l'ébullition jusqu'à ce que les cristaux soient devenus bien brillants.

» *Propriétés.* — Ce carbure, qui répond à la formule Fe^3C, comme nous le verrons plus loin, a l'aspect du produit retiré de l'acier, mais il se présente en cristaux plus volumineux. Il est d'un blanc brillant, renferme des cristaux brisés et d'autres de formes plus régulières. Sa densité est de 7,07 à 16°.

» Il ne s'attaque pas à froid, en présence de l'oxygène sec, mais à l'air humide, renfermant de l'acide carbonique; sa décomposition est assez rapide. Chauffé dans l'oxygène, il brûle plus ou moins facilement suivant son état de division. Quand il est en poudre très fine, il peut prendre feu dans l'air même au-dessous de 150°.

» Il devient incandescent dans la vapeur de soufre vers 500°. Le carbure de fer brûle dans le chlore avec incandescence à une température inférieure à 100°. Cette incandescence se produit aux environs de 100° dans la vapeur de brome, et la vapeur d'iode ne l'attaque qu'au rouge, sans incandescence.

» L'acide chlorhydrique gazeux l'attaque vers 600° en produisant du chlorure ferreux et de l'hydrogène contenant une petite quantité d'hydrocarbures.

» L'acide azotique fumant n'attaque pas le carbure, même très divisé, à froid, et cette attaque ne se produit pas davantage au contact d'un fil de platine. Mais une petite addition d'eau suffit pour produire la décomposition.

» Les acides étendus attaquent tous plus rapidement le fer que le carbure. Avec les acides bouillants, l'attaque devient rapidement complète.

» L'acide chlorhydrique étendu, chauffé en tube scellé avec le carbure de fer, donne naissance à un dégagement d'hydrogène et de méthane : H, $86^{cc},3$; CH^4, $13^{cc}.7$. Dans les mêmes conditions l'acide concentré fournit : H, $73^{cc},5$; CH^4, $26^{cc},5$.

» L'eau pure n'attaque pas le carbure de fer à une température com-

prise entre 0° et 150°; il en est de même des solutions saturées de chlorure de sodium et de chlorure de magnésium.

» L'ensemble de ses propriétés le rapproche bien d'ailleurs du carbure de fer retiré de l'acier.

ANALYSE.

Carbure obtenu par électrolyse.

	1.	2.	3.	Théorie.
Fer..........	93,40	93,22	93,14	93,33
Carbone......	6,47	6,67	6,67	6,66

Carbure préparé par l'eau iodée.

	1.	2.		
Fer..........	93,10	93,25	»	»
Carbone......	6,66	»	»	»

Carbure préparé par les acides étendus.

	1.	2.		
Fer..........	93,17	93,46	»	»
Carbone......	6,58	6,61	»	»

» *Conclusions.* — Lorsque l'on chauffe du fer pur et du charbon de sucre à la haute température du four électrique, puis qu'on laisse refroidir lentement le culot, on ne trouve, dans le métal, qu'une très petite quantité de carbone combiné. On obtient ainsi une fonte grise solidifiable vers 1150°. Si le métal, à une température de 1300° à 1400°, est coulé dans une lingotière, il renferme, après refroidissement, du graphite et une quantité plus grande de carbone combiné : c'est la fonte blanche. Enfin, si l'on refroidit brusquement, dans l'eau, le fer saturé de carbone à 3000°, il se produit, dans le métal, une abondante cristallisation, et l'on peut en séparer un carbure pur, cristallisé et défini, de formule CFe^3. Ce carbure est identique à celui de l'acier.

» Tous ces faits peuvent s'expliquer simplement, en admettant que le carbure de fer, comme l'ozone et l'oxyde d'argent, peut se former à une température très élevée, puis se décomposer progressivement par une diminution de température. On en retrouve une notable quantité dans l'acier dont le point de fusion est élevé, un peu moins dans la fonte blanche et très peu dans la fonte grise. Dans toutes nos expériences nous n'avons envisagé que la formation du carbure dans le métal liquide. »

BOTANIQUE. — *Sur les Inséminées à ovules sans nucelle, formant la subdivision des Innucellées ou Santalinées*; par M. **Ph. van Tieghem.**

« Les Inséminées à ovules sans nucelle connues jusqu'à présent sont toutes stigmatées, dicotylées et climacorhizes. Par là, elles ressemblent aux Inovulées et forment, à côté d'elles, un ensemble assez uniforme. L'homogénéité de cet ensemble se montre plus grande encore si l'on remarque que le pistil de ces plantes produit toujours un placente central libre, tout au moins à son extrémité, où il porte des ovules pendants, tournant leur face dorsale en haut et en dehors, leur face ventrale en bas et en dedans, et si l'on considère que le fruit, où ne se développe qu'un seul ovule, y est presque toujours une drupe à exocarpe plus ou moins charnu, renfermant un albumen presque toujours oléagineux.

» Cependant, l'organisation florale subit dans ce groupe des modifications assez importantes et assez nombreuses pour qu'il soit nécessaire d'y distinguer d'abord deux subdivisions, puis, dans chacune de ces deux subdivisions, plusieurs familles ([1]).

» Tantôt, en effet, la fleur a un périanthe double, un calice et une corolle; tantôt son périanthe est simple, c'est un calice seulement. De là une première subdivision en *Pétalées* et *Apétalées*.

» Chez les Pétalées, la corolle est tantôt gamopétale, tantôt dialypétale. Dans le premier cas, c'est la famille des *Harmandiacées*. Dans le second, si les étamines sont en même nombre que les pétales, superposées aux pétales, concrescentes en tube autour du pistil, et munies chacune de deux sacs polliniques, c'est la famille des *Aptandracées*. Si les étamines sont en nombre plus grand que les pétales, libres et pourvues de quatre sacs polliniques, c'est la famille des *Olacacées*.

» Ensemble, ces trois familles d'Innucellées pétalées peuvent être réunies en un groupe supérieur, cohorte ou alliance, sous le nom de *Olacales*.

» Chez les Apétalées, le pistil est tantôt concrescent avec le calice dans toute la longueur de l'ovaire, qui est infère, tantôt indépendant du calice, à ovaire supère. Lorsque l'ovaire est infère, il est parfois uniloculaire dans toute sa longueur : c'est la famille des *Santalacées*. Le plus souvent, il est

([1]) Voir *Bull. de la Soc. bot.*, t. XLIII, p. 543; 1896.

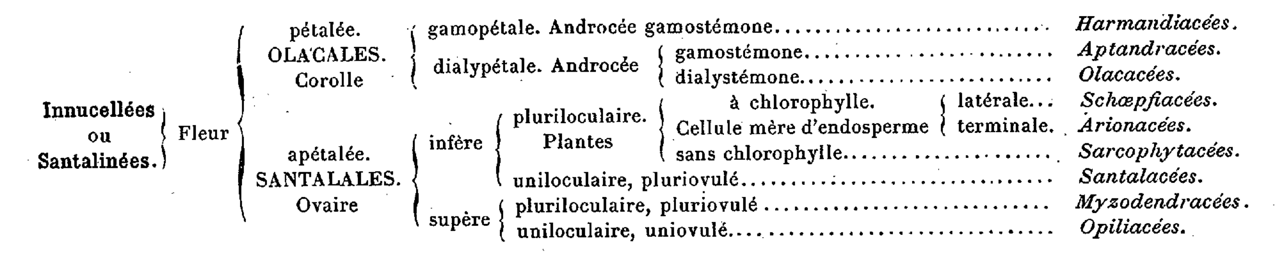
pluriloculaire dans sa région inférieure. Si alors la plante est pourvue de chlorophylle, avec ovule produisant la cellule mère d'endosperme latéralement, c'est la famille des *Schœpfiacées;* avec ovule produisant la cellule mère d'endosperme au sommet, c'est la famille des *Arionacées*. Si la plante est dépourvue de chlorophylle, c'est la famille des *Sarcophytacées*.

» Lorsque l'ovaire est supère, tantôt il est pluriloculaire dans sa région inférieure, c'est la famille des *Myzodendracées*. Tantôt il est uniloculaire dans toute sa longueur, c'est la famille des *Opiliacées*.

» Ensemble, ces six familles d'Innucellées apétalées seront réunies dans un groupe d'ordre supérieur, cohorte ou alliance, sous le nom de *Santalales*.

» Enfin, le groupe tout entier des Innucellées pourra être désigné, d'après sa famille la plus importante et la plus anciennement connue, les Santalacées, sous le nom de *Santalinées*.

» Le Tableau suivant résume cette division progressive des Inséminées innucellées, ou Santalinées d'abord en deux alliances, puis en neuf familles :



Innucellées ou Santalinées.	Fleur	pétalée. OLACALES. Corolle	gamopétale. Androcée gamostémone				*Harmandiacées.*
			dialypétale. Androcée	gamostémone			*Aptandracées.*
				dialystémone			*Olacacées.*
		apétalée. SANTALALES. Ovaire	infère	pluriloculaire. Plantes	à chlorophylle. Cellule mère d'endosperme	latérale	*Schœpfiacées.*
						terminale.	*Arionacées.*
					sans chlorophylle		*Sarcophytacées.*
				uniloculaire, pluriovulé			*Santalacées.*
			supère	pluriloculaire, pluriovulé			*Myzodendracées.*
				uniloculaire, uniovulé			*Opiliacées.*

» La structure de l'ovule, simple lobe foliaire dépourvu à la fois de nucelle et de tégument, traversé dans toute sa longueur par un faisceau libéroligneux, qui est le caractère propre du groupe ainsi constitué, a été indiquée par moi dès 1869 pour les Thèses (*Thesium*), de la famille des Santalacées. Elle n'en est pas moins restée méconnue jusqu'à présent, tous les auteurs qui ont étudié les ovules de ces plantes, notamment ceux des Santalacées, ayant persisté à n'y voir qu'un nucelle sans tégument.

» Les Santalinées renferment un bon nombre de parasites, les unes vertes et vivant soit directement sur la tige des arbres, comme les Myzodendracées, comme les Henslowies (*Henslowia*), parmi les Santalacées, soit en enfonçant leurs racines dans celles des plantes voisines, comme les Thèses (*Thesium*), etc., parmi les Santalacées, les autres dépourvues de chlorophylle et croissant directement sur les racines des arbres, comme

les Sarcophytacées. Mais comme il en est un plus grand nombre encore qui ne sont pas du tout parasites, l'idée ne saurait venir ici, comme elle est venue pour les Loranthinées, d'attribuer au parasitisme de quelques-unes la simplicité de structure de l'ovule commune à toutes. Ce caractère appartient donc ici, sans conteste, à toutes ces plantes en tant que membres d'un même groupe naturel, indépendamment de leur mode de nutrition. C'est pourquoi on y a attaché une importance de premier ordre dans la classification des Inséminées.

» Reprenons maintenant, une à une, les neuf familles définies plus haut en suivant la marche descendante, commençant par les Olacales les plus compliquées et finissant par les Santalades les plus simples, pour en faire connaître très sommairement les caractères et la composition.

» I. Olacales. — L'alliance des Olacales comprend toutes les Santalinées à périanthe double, formé d'un calice et d'une corolle. Le calice y est toujours gamosépale et s'accroît toujours autour du fruit, de manière à l'envelopper plus ou moins complètement à la maturité.

» 1. *Harmandiacées.* — La famille des Harmandiacées ne comprend jusqu'ici qu'un seul genre. Les fleurs y sont tétramères et unisexuées avec monœcie. La corolle est gamopétale, séparée de l'androcée par un disque tubuleux. L'androcée a ses quatre étamines épipétales concrescentes autour du pistil et munies chacune de deux sacs polliniques. Le pistil a trois carpelles avec un placente central libre ne portant d'ordinaire qu'un seul ovule, et, dans le fruit, l'albumen est à la fois oléagineux et amylacé.

» 2. *Aptandracées.* — La famille des Aptandracées renferme actuellement deux genres. La fleur, qui est hermaphrodite et tétramère, a une corolle dialypétale, séparée de l'androcée par quatre grandes écailles alternipétales, formant ensemble un disque. L'androcée a ses étamines concrescentes en tube et à deux sacs polliniques, comme chez les Harmandiacées. Le pistil a deux carpelles épisépales, avec un ovaire biloculaire dans la partie inférieure, uniloculaire dans la partie supérieure, où un placente central libre porte deux gros ovules pendants, à cellule mère d'endosperme terminale, qui descendent dans les loges correspondantes en les remplissant complètement. L'albumen est exclusivement oléagineux.

» 3. *Olacacées.* — Telle qu'on la limite ici, la famille des Olacacées ne comprend que trois genres. La fleur y est ordinairement hexamère, avec une corolle dialypétale et six étamines alternipétales, dont trois demeurent simples et sont fertiles, tandis que les trois autres se dédoublent et sont stériles. Le pistil, formé de trois carpelles, est triloculaire dans presque toute sa longueur, uniloculaire seulement au sommet, où un placente central libre porte trois ovules qui descendent dans les loges sous-jacentes, et qui produisent chacun une cellule mère d'endosperme latéralement, sur leur flanc interne. L'extrémité périphérique de l'endosperme, son sommet, digère l'épiderme, sort de l'ovule et remonte entre lui et le placente, en contournant obliquement l'ovule, de manière à parvenir en définitive sur la face supérieure du placente, dans la région

uniloculaire où il est libre sous le style, et à s'offrir ainsi au tube pollinique. Son extrémité profonde, sa base, s'enfonce vers le bas dans l'intérieur de l'ovule.

» Ensemble, les trois familles qui composent l'alliance des Olacales ne comprennent donc que six genres.

» II. Santalales. — L'alliance des Santalales renferme toutes les Santalinées dont la fleur a un périanthe simple, un calice seulement.

» 1. *Schœpfiacées.* — La famille des Schœpfiacées contient actuellement trois genres. Le calice y est gamosépale et chaque sépale porte vers le milieu de sa face interne une touffe de poils d'origine épidermique. L'androcée a autant d'étamines que de sépales, épisépales, à filets concrescents avec le calice dans presque toute leur longueur, à anthères dorsifixes, mais non oscillantes. Le pistil est concrescent avec les deux verticilles externes dans presque toute la longueur de l'ovaire, qui est presque complètement infère; un disque annulaire entoure la base du style. Uniloculaire dans sa région supérieure, où un placente central libre porte autant d'ovules pendants qu'il y a de carpelles, superposés aux carpelles, l'ovaire est pluriloculaire dans la majeure partie de sa longueur et chaque ovule y descend dans une des loges, qu'il remplit presque entièrement. La cellule mère d'endosperme se forme latéralement, sur la face interne de l'ovule; son extrémité périphérique sort de l'ovule et remonte, de manière à gagner la surface supérieure libre du placente, au devant du tube pollinique; son extrémité profonde s'allonge en sens opposé et descend à l'intérieur de l'ovule, au moins jusqu'à son sommet.

» 2. *Arionacées.* — La famille des Arionacées ne comprend jusqu'ici que deux genres. Le calice y est gamosépale, comme chez les Schœpfiacées, et quand le sépale porte un bouquet de poils, ils sont aussi d'origine épidermique. L'androcée et le pistil sont conformés de la même manière; l'ovaire est infère et le style a aussi, autour de sa base, un disque annulaire. La principale différence est que, chez ces plantes, la cellule mère d'endosperme prend naissance, non pas sur le flanc de l'ovule, mais à son sommet.

» 3. *Sarcophytacées.* — Composée de plantes qui sont toutes dépourvues de chlorophylle, parasites sur les racines des arbres et qui ont toutes les fleurs unisexuées, la famille des Sarcophytacées comprend pour le moment sept genres, qui se groupent en trois tribus : les *Mystropétalées,* avec trois genres, où la fleur femelle a un calice concrescent avec le pistil dans toute la longueur de l'ovaire, qui est infère; les *Sarcophytées,* avec un seul genre, où la fleur femelle est dépourvue de périanthe et où le pistil a trois styles concrescents, et les *Lophophytées,* avec trois genres, où la fleur femelle, également dépourvue de périanthe, a un pistil muni de deux styles libres.

» Uniloculaire seulement dans sa région supérieure, où un placente central libre porte à son sommet autant d'ovules pendants qu'il y a de carpelles, superposés à ces carpelles, trois chez les Mystropétalées et Sarcophytées, deux seulement chez les Lophophytées, l'ovaire est pluriloculaire dans presque toute sa longueur; dans chaque loge descend un ovule, qui la remplit complètement et qui forme sa cellule mère d'endosperme à son extrémité. Le fruit est un achaine et non une drupe.

» 4. *Santalacées.* — Avec les limites qu'on lui donne ici, la famille des Santalacées comprend encore vingt et un genres, que l'on peut grouper en quatre tribus, d'après

la forme de l'ovule et du placente : les *Santalées*, avec huit genres, où le placente est droit et l'ovule droit; les *Thésiées,* avec cinq genres, où le placente est tortillé et l'ovule droit; les *Osyridées,* avec quatre genres, où le placente est droit et l'ovule recourbé; et les *Comandrées,* avec quatre genres, où le placente est tortillé et l'ovule recourbé.

» Le calice est gamosépale et son tube, plus ou moins long, est tapissé d'un disque, ordinairement prolongé entre les sépales en autant de lobes plus ou moins saillants. Vers le milieu de sa face interne, chaque sépale porte un bouquet de poils, qui sont d'origique exodermique ([1]) et non pas épidermique, comme ceux qui occupent la même place chez les Schœpfiacées et les Arionacées. L'androcée a autant d'étamines que de sépales, superposées aux sépales et concrescentes avec eux dans une plus ou moins grande longueur. Le pistil est concrescent avec les deux verticilles externes dans la plus grande partie ou la totalité de la longueur de l'ovaire, qui est plus ou moins complètement infère. Uniloculaire dans toute sa longueur, l'ovaire a un placente central libre, portant au-dessous du sommet autant d'ovules pendants qu'il y a de carpelles, superposés à ces carpelles, ordinairement trois. La cellule mère d'endosperme naît au sommet de l'ovule, et son extrémité périphérique en sort pour se prolonger plus ou moins loin au dehors, suivant les genres, tandis que son extrémité profonde remonte à l'intérieur même de l'ovule, pénètre dans le placente et y redescend ensuite jusque vers la base.

» 5. *Myzodendracées.* — Composée de plantes vertes parasites sur la tige des arbres, à fleurs unisexuées avec diœcie, la famille des Myzodendracées comprend actuellement quatre genres.

» La fleur mâle y est dépourvue de calice et possède, suivant les genres, deux ou trois étamines à anthères toujours munies de deux sacs polliniques seulement. La fleur femelle a un calice formé de trois sépales libres, filiformes, poilus et accrescents. Le pistil, indépendant du calice et dont l'ovaire est, par conséquent, supère, est formé de trois carpelles, alternes avec les sépales, et porte un disque annulaire autour de la base du style. Dans sa région supérieure, l'ovaire est uniloculaire, avec un placente central libre se prolongeant en pointe jusque dans le style et portant au-dessous de son extrémité trois ovules pendants, superposés aux carpelles. Dans tout le reste de sa longueur, il est creusé de trois loges, dans chacune desquelles descend l'ovule correspondant. La cellule mère de l'endosperme prend naissance latéralement, sur le flanc interne de l'ovule, comme dans les Schœpfiacées et les Olacacées. Dans le fruit mûr, l'albumen et l'embryon sont tous deux amylacés, et non oléagineux, comme dans les familles précédentes.

» 6. *Opiliacées.* — La famille des Opiliacées comprend actuellement sept genres, qui se groupent en deux tribus : les *Opiliées,* avec six genres, ont les fleurs hermaphrodites; les *Agonandrées,* avec un seul genre, les ont unisexuées avec diœcie.

» La tige et la feuille de toutes ces plantes possèdent dans l'écorce des cystolithes antipodes ou en rosette, qui permettent de reconnaître immédiatement la famille à la seule inspection d'un très petit fragment de l'un ou de l'autre de ces membres. Le

---

([1]) Voir *Journal de Botanique*, p. 41; 1897.

calice est indépendant de l'ovaire, qui est supère. L'androcée est isostémone à étamines libres et épisépales. L'ovaire est uniloculaire dans toute sa longueur, comme chez les Santalacées, avec un placente central grêle portant au sommet un seul ovule pendant superposé à l'un des carpelles, qui est seul fertile. La cellule mère de l'endosperme s'y forme au sommet et s'allonge vers le haut par son extrémité profonde à l'intérieur de l'ovule.

» Ensemble, les six familles qui composent l'alliance des Santalales comprennent donc quarante-quatre genres, groupés en douze tribus.

» En résumé, le groupe tout entier des Innucellées ou Santalinées, ainsi constitué avec ses deux alliances et ses neuf familles, comprend actuellement cinquante genres, dont cinq nouveaux, répartis entre quinze tribus. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Membre dans la Section d'Astronomie, pour remplir la place laissée vacante par le décès de M. *Tisserand*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 61,

M. Radau	obtient.	28 suffrages,
M. Bigourdan	»	18 »
M. Perrotin	»	8 »
M. Deslandres	»	7 »

Aucun candidat n'ayant réuni la majorité absolue des suffrages, il est procédé à un second tour de scrutin.

Au second tour de scrutin, le nombre des votants étant 60,

M. Radau	obtient.	37 suffrages,
M. Bigourdan	»	20 »
M. Perrotin	»	2 »

Il y a un bulletin blanc.

M. **Radau**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu. Sa nomination sera soumise à l'approbation du Président de la République.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions de prix chargées de juger les concours de 1897.

Le dépouillement des scrutins donne les résultats suivants :

Prix Godard. — MM. Guyon, Bouchard, Potain, Lannelongue, d'Arsonval.

Prix Parkin. — MM. Bouchard, Potain, d'Arsonval, Guyon, Duclaux.

Prix Barbier. — MM. Bouchard, Chatin, Guyon, Potain, Lannelongue.

Prix Lallemand. — MM. Bouchard, Marey, Ranvier, Potin, Milne-Edwards.

Prix du baron Larrey. — MM. Guyon, Lannelongue, Bouchard, Potain, Marey.

Prix Bellion. — MM. Bouchard, Potain, Brouardel, Guyon, Lannelongue.

Prix Mège. — MM. Bouchard, Potain, Guyon, Brouardel, Lannelongue.

Prix Montyon (Physiologie expérimentale). — MM. Marey, Bouchard, Chauveau, Duclaux, Potain.

Prix La Caze (Physiologie). — MM. Chauveau, Duclaux, Ranvier sont adjoints aux Membres de la Section de Médecine et Chirurgie.

Prix Martin-Damourette. — MM. Bouchard, Guyon, Marey, Potain, d'Arsonval.

MÉMOIRES LUS.

PHYSIOLOGIE. — *Sur les accidents que peuvent produire les calorifères de cave* (¹). Note de M. N. **Gréhant.**

« Dans un grand nombre d'appartements de Paris et dans les édifices publics, le chauffage de l'air a lieu à l'aide de calorifères installés dans les caves ; l'air circule dans des tuyaux chauffés par des foyers puissants et vient se déverser par des bouches de chaleur.

» Depuis deux ans, plusieurs accidents attribués par les médecins à l'oxyde de carbone m'ont été indiqués, soit par M. le Préfet de Police, à la

(¹) Travail du Laboratoire de Physiologie générale du Muséum d'Histoire naturelle.

suite de plaintes qui lui avaient été adressées, soit par des particuliers, et j'ai fait dix analyses complètes par mes procédés de l'air puisé au niveau des bouches de chaleur de calorifères. Neuf fois sur dix, mes résultats ont été négatifs ; je trouvais une absence complète d'oxyde de carbone et la composition normale de l'air pur.

» Mais dans un cas particulier, qui s'est présenté chez un médecin de mes amis, dans un immeuble important de la rive gauche, il n'en a pas été de même.

» Un premier accident survenu il y a deux ans chez ce médecin, pendant la nuit, et qui a failli coûter la vie à toute sa famille, composée de cinq personnes, était dû certainement à l'oxyde de carbone : des maux de tête, des vertiges, une faiblesse musculaire telle que, réveillé par les cris de sa fille, le docteur est tombé au pied du lit, tout cela démontrait l'absorption par le sang du poison gazeux ; j'ai fait prendre de l'air dans cet appartement, mais les fenêtres avaient été largement ouvertes et je n'ai pas pu déceler la moindre trace d'oxyde de carbone.

» Le 22 mars 1897, dans le même appartement, un nouvel accident m'a été signalé le matin, dans une chambre à coucher habitée par un enfant, qui s'est plaint de maux de tête : l'air confiné présentait une légère odeur de charbon ; j'ai fait prendre rapidement 200^{lit} d'air à l'aide d'un soufflet appliqué sur la bouche de chaleur et d'un grand sac de caoutchouc.

» L'air a été respiré par un chien, qui a fait circuler dans ses poumons 100^{lit} de gaz en une demi-heure ; 50^{cc} de sang artériel ont donné, dans mon grisoumètre, une réduction de 9,3 divisions ; or, 7,4 divisions correspondent à un centimètre cube d'oxyde de carbone et 9,3 divisions à $1^{cc},25$ ou à $2^{cc},5$ pour 100^{cc} de sang.

» J'ai trouvé que, dans une atmosphère à un millième, 100^{cc} de sang de chien absorbent en une demi-heure $5^{cc},5$ d'oxyde de carbone ; il en résulte que l'air analysé renfermait $\frac{1}{2200}$ d'oxyde de carbone, proportion qui est loin d'être négligeable et qui peut expliquer les accidents éprouvés à la suite d'un séjour de huit heures dans l'air confiné.

» L'analyse a montré en outre que cet air contenait $\frac{54}{10000}$ d'acide carbonique ou dix-huit fois plus que l'air pur ; la proportion d'oxygène au lieu d'être 20,8 était descendue à 20,15.

» Je suis donc parvenu avec de la persévérance à reconnaître que dans des conditions encore mal définies, l'air provenant d'un calorifère de cave peut contenir assez d'oxyde de carbone pour produire des accidents, mais il faut pour déceler ce gaz faire des prises d'air le plus tôt possible et je demande à être prévenu à l'avenir par dépêche télégraphique, lorsqu'un accident se produira.

» Le lendemain, dans le même appartement, j'ai fait une seconde prise de gaz au niveau d'une bouche de chaleur et je n'ai pas trouvé la moindre trace d'oxyde de carbone.

» On est porté tout naturellement à penser que les gaz de la combustion traversent, comme l'a démontré mon éminent maître et ami Henri Sainte-Claire Deville, les parois de la fonte lorsqu'elles ont été portées au rouge; mais la démonstration de ce passage n'est pas facile, elle a exigé les expériences suivantes :

» J'ai fait installer dans la salle des machines de mon Laboratoire, dont la capacité est égale à 85^{mc} environ, un poêle de fonte dit de *corps de garde*, dont les parois ont été portées au rouge sombre uniforme et j'ai disposé à l'origine du tuyau, à 50^{cm} au-dessus de la surface rouge, un réfrigérant métallique à eau froide et un long tuyau qui conduisait les gaz au dehors; on fit respirer à un chien l'air qui s'élevait au-dessus du poêle; 100^{cc} de sang normal ont donné au grisoumètre une réduction égale à 5 divisions (gaz combustible du sang); l'animal ayant respiré pendant une demi-heure j'ai trouvé, dans les gaz extraits du sang, exactement la même réduction égale à 5; il n'y avait donc pas la moindre trace d'oxyde de carbone dans l'air analysé.

» J'ai recommencé l'expérience dans de meilleures conditions; j'ai adapté à l'extrémité du réfrigérant un cône de tôle semblable au pavillon d'un cor de chasse et je l'ai appliqué sur la fonte rouge; un chien a respiré de l'air qui était forcé de passer sur les parois rouges; tandis que 100^{cc} de sang normal ont donné au grisoumètre une réduction de 4 divisions, après une demi-heure de respiration, 100^{cc} de sang ont donné une réduction de 10 divisions; 6 divisions correspondaient à l'oxyde de carbone et représentaient dans l'air $\frac{1}{6875}$ d'oxyde de carbone.

» L'exactitude du fait important découvert par Henri Sainte-Claire Deville se trouve ainsi démontrée. »

M. Gréhant a fait disposer, dans la galerie qui précède la salle des séances de l'Académie des Sciences, un appareil qu'il appelle *myodynamomètre à sonnerie* qui permet de démontrer qu'un muscle gastrocnémien de grenouille, pesant $0^{gr},5$, peut soulever un poids égal à 1^{kg}.

SPÉLÆOLOGIE. — *Les gravures sur roche de la grotte de La Mouthe (Dordogne).* Note de M. E. Rivière.

« Depuis ma dernière Communication à l'Académie (1), j'ai repris, grâce à l'aide généreuse de M. Bischoffsheim, aide pour laquelle je tiens à lui renouveler ici tous mes remercîments, l'exploration de la grotte de La Mouthe.

(1) *Comptes rendus*, 6 octobre 1896.

» Tout d'abord, j'ai fait élargir de près de deux mètres la tranchée à l'entrée de cette grotte derrière le mur qui la ferme et, comme dans mes précédentes fouilles en ce point, j'ai trouvé deux époques géologiques bien tranchées :

» 1° A la partie supérieure, l'époque actuelle, caractérisée par une faune moderne, par des silex et des fragments de poteries néolithiques grossières ;

» 2° A la partie inférieure, l'époque quaternaire, séparée de la précédente par la stalagmite et représentée par une faune dans laquelle prédominent le *Tarandus rangifer*, l'*Hyæna spelæa* et l'*Ursus spelæus*. Les restes de ces animaux gisent, en ce point, dans une argile sableuse brune, parfois mêlée de cendres et de matières charbonneuses, avec de nombreux silex taillés, parmi lesquels de très beaux burins, quelques instruments en os, quelques os gravés de traits, etc.

» Mais j'ai fait surtout prolonger la tranchée et suis parvenu à 147^m de profondeur.

» Dans cette partie reculée de la grotte, dont les parois sont, en maints endroits, recouvertes d'une stalagmite d'épaisseur très variable, et où les stalactites forment ici de véritables piliers, là de graciles colonnettes, enfin où le passage est aussi des plus étroits et des plus difficiles, le sol est formé par une argile rouge, plus ou moins compacte, d'une puissance variable, mais toujours de plus d'un mètre, atteignant parfois presque la voûte de la grotte. Cette argile, enfin, d'une très grande pureté et d'une qualité parfaite au point de vue industriel, ainsi que certaines terres cuites fabriquées avec elle m'en ont donné la preuve, recouvrait en partie quelques-uns des dessins gravés sur les parois de la grotte, témoignant ainsi de leur antériorité à son arrivée dans les salles où je les ai trouvés. Elle renferme, avec çà et là des traces de matières charbonneuses, une faune moins nombreuse comme espèces animales, — mais toutes quaternaires, — moins nombreuse également, comme restes de chacune d'elles. Les silex taillés y sont aussi en petit nombre et les instruments en os y sont rares. Les animaux sont l'Ours et l'Hyène des cavernes, le Renne, le Cheval, le Bison, etc.; mais de ces derniers surtout les ossements se rencontrent en très petite quantité.

» De l'Ours, je citerai surtout des dents, des mâchoires et quelques os, notamment une patte provenant d'un animal extrêmement jeune; de l'Hyène une très belle mandibule avec toutes ses dents, et quelques coprolithes; du Renne, enfin, des dents et quelques fragments de bois.

» Ceci dit, en un court résumé, sur les résultats de ces nouvelles fouilles, il me reste à parler des dessins gravés sur la roche, dont j'ai l'honneur de soumettre les photographies au jugement de l'Académie, photographies que je dois au concours dévoué de M. Charles Durand (de Périgueux), conducteur des Ponts et Chaussées, attaché à la Carte géologique de France, et que nous ne sommes parvenus à obtenir, après de nombreux essais d'éclairage, qu'avec une intensité de lumière égale à 150 bougies environ et un minimum de six heures de pose.

» Ces photographies, au nombre de cinq (les autres ne sont pas assez bien réussies encore pour les présenter aujourd'hui à l'Académie, mais nous comptons bien les recommencer, M. Durand et moi, dans une prochaine campagne), représentent, pour trois d'entre elles, des animaux, une quatrième une sorte de hutte, et la cinquième une vue de la grotte.

» La *première* paraît être celle d'un Bovidé dont l'image, gravée sur la paroi gauche de la grotte, se trouve à 95^{m} de l'entrée. L'animal présente une tête mal faite, peu distincte, allongée, à la crinière courte et hérissée d'arrière en avant, qui semble bien plus celle d'un Équidé que d'un Bovidé. Un garrot court, un poitrail très développé donnent à l'animal l'aspect trapu, d'autant plus que les membres antérieurs sont courts, tandis que le reste du corps est allongé. Enfin la queue mince, longue de $0^{m},53$, dirigée obliquement de haut en bas se termine par une touffe de poils assez épaisse. Les dimensions totales de l'animal sont de $1^{m},88$.

» La *seconde* photographie représente, d'une façon absolument indiscutable, un Bison (*Bos priscus*). L'animal est gravé de profil à 102^{m} de l'entrée de la grotte et sur la paroi gauche également. Les dimensions du dessin sont loin d'être celles de l'animal (1^{m} à peine de longueur sur cinquante et quelques centimètres seulement de hauteur).

» La tête est petite et, cette fois, assez bien dessinée, moins fruste en tous cas que sur les autres gravures; les cornes sont bien faites et se rejoignent presque par leurs pointes formant un cercle presque complet; elles n'ont pas l'implantation ordinaire des cornes du Bison. Sous la mâchoire inférieure on aperçoit de nombreux poils. Quant à la bosse qui caractérise surtout ce Bovidé, elle est énorme et hors de proportions avec les dimensions de l'animal; elle commence, pour ainsi dire, dès les premières vertèbres cervicales et atteint en arrière presque l'origine de la queue. Celle-ci, large à son insertion, s'incurve d'une façon assez prononcée, de haut en bas, et se termine en pointe effilée. Les pattes, bien faites de même que le train de derrière, sont relativement un peu grêles et longues. La ligne du ventre est légèrement concave.

» La *troisième* photographie est encore celle d'un Ruminant, dont la gravure se trouve à 147^{m} de l'ouverture de la grotte. En ce point, la roche offre plusieurs dessins gravés représentant tous des animaux; mais un seul a pu être jusqu'à présent photographié, les travaux de déblaiement n'étant pas suffisamment avancés et présentant, dans cette partie reculée, de grandes difficultés.

» L'attitude de l'animal est celle du repos, les pattes antérieures projetées en avant,

comme raidies. La tête, comme toujours très fruste et à peine visible, est renversée en arrière, elle *paraît* surmontée de bois assez longs reposant sur le dos. Le corps est gravé d'une façon remarquable, surtout la croupe et les membres postérieurs, lesquels sont non seulement gravés, mais encore coloriés avec soin en rouge brun, notamment au niveau des articulations et des sabots. La queue très courte ($0^m,06$) est relevée et formée par une touffe de poils. Le ventre est celui d'une femelle pleine, près de mettre bas. Enfin, ce qui appelle surtout l'attention, c'est une série de taches ocreuses, brun foncé, s'étendant au nombre de dix, sur une seule ligne et à des intervalles à peu près égaux, sur les flancs et le thorax.

» S'agit-il d'un daim, malgré la coloration foncée des taches ocreuses au lieu d'être blanches, ou de quelque autre Cervidé tel, par exemple, que le *Tarandus rangifer*, le Renne?

» La *quatrième* photographie, que j'ai l'honneur de soumettre à l'Académie, paraît représenter une sorte de hutte dessinée de trois quarts, de façon à en laisser voir l'entrée, et dont les parois sont formées par une série de bandes à peu près parallèles, alternativement blanches et ocreuses, constituées par de nombreuses lignes extrêmement rapprochées, se confondant même souvent entre elles et, en général, très peu profondément gravées.

» Telles sont, avec une vue de la grotte prise du plateau qui en précède l'entrée, les photographies de quelques-unes des gravures préhistoriques que j'ai découvertes dans la grotte de La Mouthe, et qui me paraissent avoir d'autant plus d'importance qu'elles sont les premières trouvées en France. Nombre d'autres dessins sont encore à reproduire, les uns complètement mis à nu, les autres encore en partie cachés par les dépôts argileux de la grotte, mais que j'espère pouvoir photographier dans une prochaine campagne et présenter à l'Académie dans quelque temps. »

CORRESPONDANCE.

Lettre adressée à M. Berthelot *par M.* **H. Wilde**, F.R.S, Président de la « Manchester Literary and Philosophical Society ». (Traduction.)

Monsieur M. Berthelot,

Secrétaire de l'Académie des Sciences.

Paris.

« Diverses considérations m'engagent actuellement à me mettre en communication avec l'Académie, dans le but de stimuler de nouvelles

investigations dans les Sciences physico-chimiques, et de faire disparaître quelques-uns des obstacles qui entravent leurs progrès.

» L'un de ces obstacles, qui appelle la sérieuse attention des penseurs philosophes, est l'invasion d'une autorité dogmatique dans une science scolastique, pour soutenir des erreurs démontrées et des méthodes erronées d'observation et d'expérience.

» Il sera suffisant, pour l'objet que j'ai actuellement en vue, de citer le système périodique des éléments chimiques, comme un exemple de l'abus d'autorité dans une branche de la Science où vous occupez un rang si distingué.

» J'ai à vous exprimer mes regrets que vos vues au sujet de la prétendue loi périodique ne soient venues que récemment à ma connaissance; sans cela, je m'y serais référé dans mes travaux généraux sur les relations numériques des poids atomiques.

» Quoique vous ayez clairement indiqué, Monsieur, dans vos *Origines de l'Alchimie,* les sophismes et les contradictions inhérents à ce système, et que vous ayez également montré que la prédiction de l'existence et des propriétés des éléments inconnus n'a aucune relation nécessaire avec la prétendue loi périodique; cependant, ce système a depuis été imposé aux personnes qui s'occupent de Science, par les Sociétés scientifiques et les Corps enseignants, comme une vérité naturelle d'une autorité indiscutable.

» Je n'ai pas besoin de vous rappeler que l'état actuel de la Chimie théorique, en raison de la reconnaissance formelle de ce dogme, est réellement déplorable.

» Les savants qui aspirent à se distinguer dans la Chimie et dans la Physique estiment qu'il est nécessaire de donner des preuves de leur croyance personnelle, en tâchant de montrer la corrélation de leurs propres travaux, sur des points particuliers, avec le système périodique, et ils évitent toute référence aux proportions multiples des poids atomiques comme à une dangereuse hérésie.

» Beaucoup de ces néophytes, de même que certains auteurs de Manuels, ne peuvent se faire une idée, ou ignorent la signification de l'idée, de la périodicité, telle qu'elle est définie par de Chancourtois, Newlands et Mendeleeff dans leurs Mémoires respectifs; ils appliquent l'expression impropre de *loi périodique :*

» 1° A la progression de propriétés antérieurement connues, observables dans les familles naturelles des éléments;

» 2° A la corrélation avec les poids atomiques de propriétés physiques et chimiques établies depuis longtemps;

» 3° A la progression bien connue des propriétés physiques dans les séries homologues des composés organiques.

» Par suite, le danger, pour les progrès futurs de la Chimie théorique, est que, lorsque l'idée illusoire d'une spiro-périodicité des propriétés analogues des éléments sera universellement abandonnée, le nom impropre de *loi périodique* est exposé à prendre dans la Science un caractère parasite; de la même façon que cette autre expression impropre : *esprit lunatique*, avec ses dérivés, subsiste encore dans la civilisation moderne, comme une survivance de la Physiologie mentale barbare des âges passés.

» Heureusement pour l'avenir de la Philosophie chimique, que l'esprit de Dumas vit encore dans les esprits de la plupart des chimistes français, qui ne reconnaissent aucune autre autorité que la vérité de la nature, telle qu'elle se présente à l'entendement, et qu'ils sont par là exempts de l'illusion de la prétendue loi périodique.

» En reconnaissance des nombreux profits que j'ai retirés de la Science française, tant pure qu'appliquée, j'ai l'honneur d'offrir à l'Académie la somme de £5500 = 137500^{fr} pour être placée en rente française, et l'intérêt provenant de cette somme devra être appliqué à la fondation d'un prix de *quatre mille francs*, à décerner tous les ans à l'auteur d'une découverte ou d'un Ouvrage quelconque en Astronomie, Physique, Chimie, Minéralogie, Géologie et Mécanique qui, au jugement de l'Académie, sera jugé le plus méritant.

» L'attribution de ce prix sera internationale et pourra être rétrospective.

» Je suis, Monsieur, votre tout dévoué

» H. Wilde. »

Alderley Edge (Cheshire), le 15 mars 1897.

M. **Berthelot** ajoute :

« J'ai cru devoir, conformément à l'autorisation formelle de M. Wilde, communiquer cette lettre à l'Académie. Dès que les formalités nécessaires pour cette généreuse donation auront été réglées, d'après les législations française et anglaise, elle sera soumise à l'approbation de l'Académie. »

ASTRONOMIE. — *Sur les quadratures mécaniques*. Note de M. **B. Baillaud**, présentée par M. Lœwy.

« Encke a publié en 1837 les formules de Gauss pour les quadratures mécaniques et est revenu, en 1862, sur ces formules dont d'autres démonstrations avaient été données par Airy dans le *Nautical Almanac*, par Terquem et Lafon dans une traduction du Mémoire d'Encke.

» Les formules d'Encke pour les quadratures premières, secondes et troisièmes ne faisaient connaître que les valeurs numériques des premiers coefficients des séries. En 1868, M. Gruey, mon savant collègue de Besançon, a donné, pour les quadratures premières et secondes, les formes générales des coefficients. Il a obtenu, en outre, entre ces coefficients des relations récurrentes qu'il a utilisées dans les démonstrations.

» Plus tard, Th. von Oppolzer est parvenu, par une voie très différente, à des relations entre les mêmes coefficients et les a utilisées pour opérer une réduction nouvelle des coefficients de M. Gruey, dont le Mémoire paraît lui être resté inconnu.

» Il est aisé de montrer que les formules de M. Gruey comprennent celles de Th. von Oppolzer; je reviendrai ailleurs sur ce sujet et sur l'objet principal de cette Note, avec l'étendue nécessaire.

» J'ai appliqué la marche très simple de M. Gruey à la détermination des formules générales relatives aux quadratures d'ordre quelconque. Voici un aperçu des résultats principaux.

» Soient t une variable, $\varphi(t)$ une fonction de t donnée par les valeurs qu'elle prend pour les valeurs $\ldots,\ a-3\omega,\ a-2\omega,\ a-\omega,\ a,\ a+\omega,\ a+2\omega,\ \ldots$ de t. Soit (r) une fonction satisfaisant à l'équation différentielle

$$\frac{d^r(r)}{dt^r}=\varphi.$$

On a, en désignant par (r) la_k valeur de (r) pour $t=a+k\omega$:

$$(2r+1)_{i+\frac{1}{2}}-(2r+1)_{-\frac{1}{2}}=\omega^{2r+1}\left(\mathrm{P}_{2r+1}^{-(2r+1)\ 2r+1}\varphi_{i+\frac{1}{2}}+\ldots+\mathrm{P}_{2r+1}^{2p-1}\ \varphi_{i+\frac{1}{2}}^{2p-1}+\ldots\right)+(2\mathrm{R}+1)_{-\frac{1}{2}},$$

$$(2r+1)_i\ -(2r+1)_0\ =\omega^{2r+1}\left(\mathrm{P}_{2r+1}^{\prime-(2r+1)\ 2r+1}\varphi_i\ +\ldots+\mathrm{P}_{2r+1}^{\prime 2p-1}\ \varphi_i^{2p-1}+\ldots\right)+(2\mathrm{R}+1)_0,$$

$$(2r+1)_{i+\frac{1}{2}}-(2r+1)_0\ =\omega^{2r+1}\left(\mathrm{P}_{2r+1}^{-(2r+1)\ 2r+1}\varphi_{i+\frac{1}{2}}+\ldots+\mathrm{P}_{2r+1}^{2p-1}\ \varphi_{i+\frac{1}{2}}^{2p-1}+\ldots\right)+(2\mathrm{R}+1)_0,$$

$$(2r+1)_i\ -(2r+1)_{-\frac{1}{2}}=\omega^{2r+1}\left(\mathrm{P}_{2r+1}^{\prime-(2r+1)\ 2r+1}\varphi_i\ +\ldots+\mathrm{P}_{2r+1}^{\prime 2p-1}\ \varphi_i^{2p-1}+\ldots\right)+(2\mathrm{R}+1)_{-\frac{1}{2}},$$

avec quatre formules analogues pour les intégrales de rang pair, dont la première est

$$(2r)_{i+\frac{1}{2}} - (2r)_{-\frac{1}{2}} = \omega^{2r}\left(P_{2r}^{-2r}\,{}^{2r}\varphi_{i+\frac{1}{2}} + \ldots + P_{2r}^{2p}\,\varphi_{i+\frac{1}{2}}^{2p} + \ldots\right) + (2R)_{-\frac{1}{2}},$$

en posant

$$(2R+1)_{-\frac{1}{2}} = -\,\omega^{2r+1}\left(P_{2r+1}^{-(2r+1)}\,{}^{2r+1}\varphi_{-\frac{1}{2}} + \ldots + P_{2r+1}^{2p-1}\,\varphi_{-\frac{1}{2}}^{2p-1} + \ldots\right),$$
$$(2R+1)_0 = -\,\omega^{2r+1}\left(P_{2r+1}^{\prime-(2r+1)}\,{}^{2r+1}\varphi_0 + \ldots + P_{2r+1}^{\prime 2p-1}\,\varphi_0^{2p-1} + \ldots\right),$$
$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots;$$

et supposant que les valeurs initiales des différences ${}^{2r-1}\varphi_{-\frac{1}{2}}$, ${}^{2r-3}\varphi_{-\frac{1}{2}}$, ... aient été déterminées par les relations

$$(1)_{-\frac{1}{2}} + I_{-\frac{1}{2}} = 0, \qquad (2)_{-\frac{1}{2}} + (11)_{-\frac{1}{2}} = 0, \qquad \ldots, \qquad (2r-1)_{-\frac{1}{2}} + (2R-1)_{-\frac{1}{2}} = 0;$$

d'où résultent

$$(1)_0 + I_0 = 0, \qquad (2)_0 + (11)_0 = 0, \qquad \ldots, \qquad (2r-1)_0 + (2R-1)_0 = 0.$$

» Les valeurs des coefficients P sont données par les formules

$$P_{2r}^{2p} = C_{2p+1}^{2r} + P_{2r-1}^{\prime 2p+1} + \frac{2}{2.4.6}P_{2r-3}^{\prime 2p+1} + \ldots + \frac{2}{2.4\ldots 4r-2}P_1^{\prime 2p+1},$$
$$P_{2r}^{\prime 2p} = C_{2p+1}^{\prime 2r} + P_{2r-1}^{2p+1} + \frac{2}{2.4.6}P_{2r-3}^{2p+1} + \ldots + \frac{2}{2.4\ldots 4r-2}P_1^{2p+1},$$
$$P_{2r-1}^{2p-1} = C_{2p}^{2r-1} + P_{2r-2}^{\prime 2p} + \frac{2}{2.4.6}P_{2r-4}^{\prime 2p} + \ldots + \frac{2}{2.4\ldots 4r-6}P_2^{\prime 2p},$$
$$P_{2r-1}^{\prime 2p-1} = C_{2p}^{\prime 2r-1} + P_{2r-2}^{2p} + \frac{2}{2.4.6}P_{2r-4}^{2p} + \ldots + \frac{2}{2.4\ldots 4r-6}P_2^{2p}.$$

» Les coefficients C sont définis par

$$C_{2p+1}^{2r} = \sum_{h=0}^{h=p}\frac{(-1)^{p-h}S_{p-h}[2^2.4^2\ldots(2p)^2]}{1.2\ldots(2p+1).2^{2p+2r}(2h+2)\ldots(2h+2r+1)},$$
$$C_{2p+1}^{\prime 2r} = \sum_{h=0}^{h=p}\frac{(-1)^{p-h}S_{p-h}[1^2.3^2\ldots(2p-1)^2]}{1.2\ldots(2p+1).2^{2p+2r}(2h+2)\ldots(2h+2r+1)},$$
$$C_{2p}^{2r-1} = \sum_{h=0}^{h=p}\frac{(-1)^{p-h}S_{p-h}[2^2\ldots(2p-2)^2]}{1.2\ldots 2p.2^{2p+2r-2}(2h+1)\ldots(2h+2r-1)},$$
$$C_{2p}^{\prime 2r-1} = \sum_{h=0}^{h=p}\frac{(-1)^{p-h}S_{p-h}[1^2.3^2\ldots(2p-1)^2]}{1.2\ldots 2p.2^{2p+2r-2}(2h+1)\ldots(2h+2r-1)},$$

où $S_{p-h}[2^2.4^2\ldots(2p-2)^2]$ désigne la somme des produits $p-h$ à $p-h$ des nombres $2^2.4^2\ldots(2p-2)^2$; $S_{p-h}[1^2.3^2\ldots(2p-1)^2]$ ayant une signification analogue.

» Il existe, entre les coefficients C et C′ et quatre autres séries de coefficients analogues, des relations récurrentes, qu'il serait trop long de reproduire ici, relations qui comprennent comme cas particuliers les relations de M. Gruey et de Th. von Oppolzer. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur la théorie générale des surfaces.* Note de M. **A. Pellet.**

« Les coordonnées cartésiennes X, Y, Z étant données en fonction des paramètres U, V, supposons qu'en un point ces fonctions s'expriment en séries ordonnées suivant les puissances croissantes des accroissements u, v de U et V, et que la quantité

$$\left[\frac{\partial(Y,Z)}{\partial(U,V)}\right]^2+\left[\frac{\partial(Z,X)}{\partial(U,V)}\right]^2+\left[\frac{\partial(X,Y)}{\partial(U,V)}\right]^2$$

soit différente de o. Rapportons la surface à trois nouveaux axes rectangulaires x, y, z passant par le point, le nouvel axe des z étant la normale à la surface. Les coordonnées x, y, z du point u, v sont des fonctions holomorphes de ces variables, s'annulant avec elles, z ne contenant pas de terme du premier degré; posons :

$$x=x_1+x_2+\ldots+x_n+\ldots,\qquad y=y_1+y_2+\ldots+y_n+\ldots,$$
$$z=\tfrac{1}{2}(\mathrm{D}u^2+2\mathrm{D}'uv+\mathrm{D}''v^2)+z_3+\ldots+z_n+\ldots,$$

x_n, y_n, z_n étant des fonctions homogènes de degré n en u et v.

» $\frac{1}{2}(\mathrm{D}\,d\mathrm{U}^2+2\mathrm{D}'\,d\mathrm{U}\,d\mathrm{V}+\mathrm{D}''\,d\mathrm{V}^2)$ est la valeur principale de la distance du point $\mathrm{U}+d\mathrm{U}$, $\mathrm{V}+d\mathrm{V}$ au plan tangent en U, V; soit

$$\mathrm{E}\,d\mathrm{U}^2+2\mathrm{F}\,d\mathrm{U}\,d\mathrm{V}+\mathrm{G}\,d\mathrm{V}^2$$

la valeur principale de la distance des points U, V et $\mathrm{U}+d\mathrm{U}$, $\mathrm{V}+d\mathrm{V}$. Pour le point u, v, on a deux expressions de ces valeurs principales; dans l'une les coefficients de du^2, $du\,dv$, dv^2 sont exprimés à l'aide des dérivées des fonctions x, y, z; dans l'autre, ces coefficients sont les valeurs des fonctions D, D′, D″, E, F, G correspondant à $\mathrm{U}+u$, $\mathrm{V}+v$, valeurs qui sont données en séries par la formule de Taylor. Les différence des 6 coef-

ficients correspondants sont donc des fonctions de u, v nulles, ce qui permet d'exprimer les coefficients de x, y, z à l'aide des 6 fonctions D, D', D'', E, F, G et de leurs dérivées, et l'on obtient en outre des relations différentielles entre ces fonctions.

» En égalant à o les termes indépendants de u, v, on a 3 équations entre les coefficients de x_1, y_1; le choix de l'un d'eux reste donc arbitraire : ce qui correspond à l'indétermination de l'axe des x dans le plan tangent; le choix étant fait, en égalant à o les termes du premier degré, on obtient entre les 10 coefficients de x_2, y_2, z_3, 12 équations qui déterminent ces coefficients et donnent en outre deux relations différentielles; en général, en égalant à o les termes de degré $n-1$, on obtient $6n$ équations entre les $3n+4$ coefficients de x_n, y_n, z_{n+1}; ces équations permettent d'exprimer ces coefficients à l'aide des 6 fonctions D, D', D'', E, F, G et de leurs dérivées, et donnent en outre $3n-4$ relations différentielles entre ces 6 fonctions. Ces relations différentielles sont des conséquences de trois d'entre elles bien connues; mais la méthode que j'indique offre cet avantage de donner l'équation de la surface relativement au système de coordonnées x, y, z.

» En particulier, supposons les courbes de paramètres U et V rectangulaires, les axes des x et des y tangents à ces courbes, et soit $A^2 dU^2 + B^2 dV^2$ le carré de l'élément linéaire de la surface; prenons pour variables indépendantes x et y au lieu de u et v, et posons

$$z = \tfrac{1}{2}(ax^2 + by^2 + 2cxy) + z_3 + \ldots + z_n + \ldots,$$

z_n étant une fonction homogène de x, y de degré n. On a

$$u = \frac{x}{A} - \frac{1}{2A}\left(A'_U \frac{x^2}{A^2} + 2A'_V \frac{xy}{AB} - B'_U \frac{y^2}{AB}\right) + \ldots$$
$$v = \frac{y}{B} - \frac{1}{2B}\left(-A'_V \frac{x^2}{AB} + 2B'_U \frac{xy}{AB} + B'_V \frac{y^2}{B^2}\right) + \ldots,$$

puis

$$z''_{3x^2} = a_1 + 2cf, \qquad z''_{3y^2} = b_1 - 2cf, \qquad z''_{3xy} = c_1 - (a-b)f,$$

f désignant la fonction $\frac{1}{AB}(A'_V x - B'_U y)$, a_1 la fonction $\frac{\partial a}{\partial U}\frac{x}{A} + \frac{\partial a}{\partial V}\frac{y}{B}$, et b_1, c_1 des expressions analogues pour b et c. De là résultent les relations

$$\frac{1}{B}\frac{\partial a}{\partial V} - \frac{1}{A}\frac{\partial c}{\partial U} = \frac{b-a}{AB}A'_V + \frac{2c}{AB}B'_U,$$
$$\frac{1}{A}\frac{\partial b}{\partial U} - \frac{1}{B}\frac{\partial c}{\partial V} = \frac{a-b}{AB}B'_U + \frac{2c}{AB}A'_V,$$

et l'expression de z_3

$$6z_3 = \left(\frac{\partial a}{\partial s} + \frac{2c}{A}\frac{\partial A}{\partial s_1}\right)x^3 + 3\left(\frac{\partial a}{\partial s_1} - \frac{2c}{B}\frac{\partial B}{\partial s}\right)x^2 y + 3\left(\frac{\partial b}{\partial s} - \frac{2c}{A}\frac{\partial A}{\partial s_1}\right)xy^2 + \left(\frac{\partial b}{\partial s_1} + \frac{2c}{B}\frac{\partial B}{\partial s}\right)y^3;$$

$\frac{\partial}{\partial s}, \frac{\partial}{\partial s_1}$ indiquant les dérivées prises par rapport aux arcs des courbes U, V.

» Pour $c = 0$, ces formules sont immédiates et très utiles.

» Ainsi, dans ce cas, portons sur les normales à la surface une longueur l; on a, pour les coordonnées de la surface parallèle, ξ, η, ζ,

$$\xi = x(1 - al) + \ldots,$$
$$\eta = y(1 - bl) + \ldots,$$
$$\zeta - l = \frac{1}{2}[a(1 - al)x^2 + b(1 - bl)]y^2 + \ldots.$$

» D'où

$$\zeta - l = \frac{1}{2}\left(\frac{a}{1-al}\xi^2 + \frac{b}{1-bl}\eta^2\right) + \frac{1}{6}\left[\frac{\xi^3}{(1-al)^3}\frac{\partial a}{\partial s} + 3\frac{\xi^2\eta}{(1-al)^2(1-bl)}\frac{\partial a}{\partial s_1} + 3\frac{\xi\eta^2}{(1-al)(1-bl)^2}\frac{\partial b}{\partial s} + \frac{\eta^3}{(1-bl)^3}\frac{\partial b}{\partial s_1}\right] + \ldots,$$

et l'on voit que les sections normales surosculées par des cercles se correspondent sur les deux surfaces (remarque de Ribaucour), et les plans de ces sections pour l'une des surfaces sont symétriques par rapport aux plans principaux des plans de celles de l'autre surface, lorsque les points considérés des deux surfaces sont conjugués harmoniques par rapport aux centres de courbure principaux communs, auquel cas on a

$$1 - al = -(1 - bl). \text{ »}$$

GÉOMÉTRIE. — *Sur la déformation de certains paraboloïdes et sur le théorème de M. Weingarten.* Note de M. **Eugène Cosserat**, présentée par M. Darboux.

« Dans un Travail particulièrement intéressant qui vient de commencer à paraître dans les *Annales de l'École Normale,* M. Thybaut envisage le problème de la déformation du paraboloïde.

» La remarque suivante, que j'ai faite autrefois à propos du théorème

de M. Weingarten, précise, dans une certaine mesure, le degré de difficulté de la question dès que l'on s'écarte des cas connus.

» Conservons toutes les notations du Livre VIII, Chapitre XIII, des *Leçons* de M. Darboux, et supposons que l'on prenne pour la surface (θ_1) le paraboloïde qui est défini par les équations suivantes, où m est une constante,

$$x_1 = u, \qquad y_1 + iz_1 = v, \qquad y_1 - iz_1 = \frac{v^2}{2} - \frac{u^2}{2m^2} - m^2 v,$$

et qui est tangent au plan de l'infini en un point du cercle de l'infini. La fonction $\varphi(p, q)$ aura alors pour expression

$$\varphi(p, q) = \left(q + \frac{m^2}{2}\right)^2 - m^2 p^2,$$

et, par conséquent, si x, y, z désignent les coordonnées rectangulaires d'un point d'une surface (θ) applicable sur (θ_1), la surface (Σ), lieu du point $\left(\frac{\partial x}{\partial v}, \frac{\partial y}{\partial v}, \frac{\partial z}{\partial v}\right)$, est une surface à courbure totale constante. Ainsi :

» *Le problème de la recherche des surfaces applicables sur un paraboloïde tangent au plan de l'infini en un point du cercle de l'infini et celui de la détermination des surfaces à courbure totale constante sont deux problèmes qui se ramènent l'un à l'autre.*

» Le système des surfaces (θ), (Σ) et de celles qu'on peut leur adjoindre jouit de nombreuses propriétés géométriques ; il nous suffira ici de remarquer que les asymptotiques de (θ) et de (Σ) se correspondent et qu'au réseau des lignes de courbure de (Σ) correspond le réseau conjugué commun à (θ) et à (θ_1).

» Si l'on effectue le changement de variables défini par les formules

$$u = m(\alpha - \beta), \qquad v = \alpha + \beta,$$

de façon à rapporter (θ_1) à ses asymptotiques, et si l'on a égard aux formules telles que les suivantes

$$2m\frac{\partial x}{\partial u} = \frac{\partial x}{\partial \alpha} - \frac{\partial x}{\partial \beta}, \qquad 2\frac{\partial x}{\partial v} = \frac{\partial x}{\partial \alpha} + \frac{\partial x}{\partial \beta},$$

on voit que *les surfaces, lieux respectifs des points* $\left(\frac{\partial x}{\partial \alpha}, \frac{\partial y}{\partial \alpha}, \frac{\partial z}{\partial \alpha}\right)$ et $\left(\frac{\partial x}{\partial \beta}, \frac{\partial y}{\partial \beta}, \frac{\partial z}{\partial \beta}\right)$, *ne sont autres que les deux surfaces à courbure moyenne constante, associées par O. Bonnet à la surface* (Σ), *et qui sont parallèles à cette dernière.*

» A la remarque précédente, relative au théorème de M. Weingarten, et qui est toute spéciale, j'ajouterai encore les suivantes plus générales.

» Considérons la transformation de surfaces, définie par les quatre équations

$$(1)\quad \begin{cases} z = \dfrac{\partial w}{\partial x'}, \\ \dfrac{2z}{x-y} + p' - q = q', \\ \dfrac{2}{x-y} = p', \\ \dfrac{z^2 + (x-y)^2 pq}{2} = \dfrac{\partial w}{\partial y'}, \end{cases}$$

où p, q désignent les dérivées partielles de z par rapport à x, y et p', q' celles de z' par rapport à x', y', et où w est une fonction donnée des seules variables x', y'.

» Cette transformation rentre dans la catégorie de celles considérées par M. V. Bäcklund, en sorte que z et z' satisfont chacune à une équation aux dérivées partielles du second ordre; il suffit, pour s'en rendre compte *a priori,* de remarquer que z' ne figure pas dans les équations (1) et que si l'on prend pour variables $x_1 = x - y$ et $y_1 = x + y$ à la place de x et y, la lettre y_1 n'y figurera pas non plus.

» Si l'on forme l'équation aux dérivées partielles du second ordre qui définit z' en fonction de x' et y' on trouve l'équation bien connue à laquelle satisfait le résultat de la substitution, dans le premier membre de l'équation d'un plan isotrope, des coordonnées cartésiennes rectangulaires d'un point d'une surface dont l'élément linéaire est déterminé par l'équation

$$(2)\qquad ds^2 = du^2 + 2\,dv\,dw = du^2 + 2\frac{\partial w}{\partial u}du\,dv + 2\frac{\partial w}{\partial v}dv^2,$$

où u et v désignent les variables indépendantes x', y'.

» Si l'on forme l'équation aux dérivées partielles du second ordre qui définit z, on trouve l'équation de M. Weingarten

$$\frac{\partial^2 \varphi}{\partial p^2} - (\rho' + \rho'')\frac{\partial^2 \varphi}{\partial p\,\partial q} + \rho'\rho''\frac{\partial^2 \varphi}{\partial q^2} = 0,$$

où les notations sont celles des *Leçons* de M. Darboux, cette équation étant écrite avec le système de coordonnées tangentielles (α, β, ζ) pour lequel l'équation du plan tangent à une surface est

$$(1 - \alpha\beta)X + i(1 + \alpha\beta)Y + (\alpha + \beta)Z = (\alpha - \beta)\zeta.$$

» Si l'on considère de même la transformation de surfaces, définie par les quatre équations

$$(3)\quad \begin{cases} z = \dfrac{\partial w}{\partial x'}, \\ px - qy + \dfrac{x+y}{x-y} z = q', \\ \dfrac{x+y}{x-y} = p', \\ z^2 + (x-y)^2 pq = 2\dfrac{\partial w}{\partial y'}, \end{cases}$$

elle conduit pour z à la même équation que la précédente; z' est également définie par une équation aux dérivées partielles du second ordre, qui n'est autre que l'équation connue, à laquelle satisfont les coordonnées cartésiennes rectangulaires d'un point d'une surface dont l'élément linéaire est défini par l'équation (2).

» L'équation considérée en 1891 par M. Weingarten est, par ce qui précède, reliée aux équations envisagées par Bonnet et par Bour dans le problème de la déformation. Je me réserve d'indiquer prochainement les résultats auxquels on est conduit en étudiant directement ces dernières équations et en cherchant, en particulier, les cas dans lesquels l'équation de Bonnet est intégrable par la méthode de M. Darboux. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les équations linéaires aux dérivées partielles du second ordre à deux variables.* Note de M. **Cotton**, présentée par M. Darboux.

« Considérons une équation aux dérivées partielles du second ordre linéaire, et à deux variables indépendantes x_1, x_2; et le groupe formé par l'ensemble des transformations suivantes : changement de variables indépendantes, changement de la fonction inconnue w en $\lambda(x_1, x_2)w$.

» Les invariants différentiels de cette équation, par rapport à ce groupe, sont les mêmes que ceux d'un système formé par un ds^2 et une fonction donnée des deux variables. C'est ainsi que l'on peut résumer les résultats que j'ai indiqués dans une Note précédente (*Comptes rendus*, 30 novembre 1896). J'applique ici ces résultats à la recherche des équations admettant un groupe continu de transformations.

» Soient

$$x'_1 = f_1(x_1, x_2; a_1, a_2, \ldots, a_r),$$
$$x'_2 = f_2(x_1, x_2; a_1, a_2, \ldots, a_r),$$

les équations de définition d'un groupe continu. Cherchons les équations telles que, $\varpi(x_1, x_2)$ étant une solution quelconque, il en soit de même de

$$\lambda(x_1, x_2; a_1, \ldots, a_r)\,\varpi(x'_1, x'_2),$$

λ désignant une fonction indépendante de la solution ϖ considérée. Ainsi posé, le problème est une généralisation d'un problème traité pour les équations d'Euler et de Poisson par M. Darboux (*Comptes rendus*, 1882) et par M. Appell (*Bulletin des Sciences mathématiques*, 1882).

» Les conditions nécessaires et suffisantes pour qu'une équation admette les propriétés précédentes sont, on le voit aisément, que le ds^2 *attaché à l'équation, et l'invariant* $\frac{H}{\sqrt{\Delta}}$ *admettent simultanément les transformations du groupe*. Le ds^2 doit donc être soit de révolution, soit à courbure constante, et le groupe a au plus trois paramètres. On ramène ainsi à des opérations connues les calculs à faire pour reconnaître si une équation donnée satisfait au problème précédent.

» Par un changement de variables, on peut ramener le ds^2 à l'une des formes canoniques $f(x-y)\,dx\,dy$, $\frac{K\,dx\,dy}{(x-y)^2}$, $dx\,dy$, et $\frac{H}{\sqrt{\Delta}}$, soit à une constante, soit à une fonction de $x-y$, soit à une fonction de y seul. Ce dernier cas ne se présente que si le ds^2 est de la forme $dx\,dy$. Employant alors les notations de Legendre, on retrouve les quatre types canoniques déterminés, d'une autre façon, par M. Lie, pour les équations admettant une transformation de contact infinitésimale (*Archiv for Mathematik og Naturvidenskab*, 1882) :

$$\left.\begin{array}{ll}(a) & s + \frac{A}{x-y}q + \frac{B}{(x-y)^2}z = 0\\ (b) & s + Cyq + z = 0,\end{array}\right\}\ \text{groupe à trois paramètres,}$$

$$\left.\begin{array}{ll}(c) & s + Q(x-y)q + Z(x-y)z = 0,\\ (d) & s + Y(y)q + z = 0.\end{array}\right\}\ \text{groupe à un paramètre.}$$

» Je donnerai ici les exemples suivants, empruntés à la Physique mathématique.

» Les équations du type

$$\frac{\partial^2\psi}{\partial u^2} + \frac{\partial^2\psi}{\partial \rho^2} - \frac{4m^2 - 1}{4\rho^2}\psi = 0$$

se rencontrent dans la théorie de la distribution de l'électricité, lorsqu'on emploie des coordonnées cylindropolaires. Leur ds^2 est à courbure constante négative, leur invariant $\frac{H}{\sqrt{\Delta}}$ nul.

» Les équations auxquelles satisfont les fonctions sphériques sont encore des équations d'Euler et de Poisson à invariants égaux; leur ds^2 est à courbure constante positive.

» L'équation des télégraphistes est une équation à invariants égaux; et son ds^2 est à courbure constante et nulle.

» Toutes ces équations admettent un groupe continu à trois paramètres. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les propriétés des fonctions entières.* Extrait d'une lettre de M. **Desaint** à M. Poincaré.

« La proposition que j'ai donnée sur les fonctions entières peut être complétée par la suivante :

» Soit $F(z)$ une fonction entière donnée par la série

$$F(z) = \sum_{n=0}^{n=\infty} A_n z^n;$$

désignons par M la quantité $\sum_{n=0}^{n=\infty} |A_n| R^n$, où $|A_n|$ est le module de A_n et R une quantité positive. Il ne peut exister deux valeurs de u, a et b pour lesquelles l'équation $F(z) = u$ ait des racines à l'intérieur d'un cercle concentrique à l'origine et de rayon $\frac{R}{\sqrt{2}\left(1 + \frac{M}{A_0 - u}\right)}$.

» Relativement aux équations différentielles, nous sommes conduits à ce théorème :

» Étant donné le système

$$\frac{dy_1}{dx} = f_1(x, y_1, y_2, \ldots, y_n),$$
$$\frac{dy_k}{dx} = f_k(x, y_1, y_2, \ldots, y_n),$$
$$\frac{dy_n}{dx} = f_n(x, y_1, y_2, \ldots, y_n),$$

soit y_k l'intégrale satisfaisant à ce système, qui prend la valeur $y_k^{(0)}$ pour $x = x_0$, les fonctions $f_1, \ldots, f_k, \ldots, f_n$ ayant un module maximum M, lorsque x reste à l'intérieur d'un cercle de centre x_0, de rayon a, $y_1, y_2, \ldots, y_k, \ldots, y_n$ variant respectivement dans les cercles de centres $y_1^{(0)}, \ldots, y_k^{(0)}, \ldots, y_n^{(0)}$, de rayon b. Si R désigne la plus petite des quantités a et $\frac{b}{M}$, à l'intérieur de son cercle de convergence de centre x_0, l'intégrale y_k ne peut prendre la valeur u que sur le cercle Γ ou à l'extérieur du cercle Γ concentrique à x_0 et de rayon $\frac{R}{\sqrt{2}\left(1 + \frac{|y_k^0| + b}{|u - y_k^0|}\right)}$.

» Enfin, les théorèmes que j'ai donnés dans ma Note du 8 février 1897 permettent d'établir une distinction entre les fonctions uniformes et les fonctions non uniformes :

» Soit $F(z)$ une fonction donnée par ses valeurs sur un cercle C de rayon R ; désignons par M son module maximum sur C. Si, pour des valeurs de z s'éloignant à l'infini dans une direction a, $F(z)$ tend vers u_1 et si l'on peut trouver une quantité u_2 différente de u_1, telle qu'il y ait au moins une valeur de z, z_2 en dehors d'un cercle Γ concentrique à C et de rayon $R\sqrt{2}\left(1 + \frac{M}{|u_2 - u_1|}\right)$ qui fasse prendre à $F(z)$ la valeur u_2 :

» 1° La fonction $F(z)$ étant uniforme et régulière à l'infini admet nécessairement des points singuliers à l'extérieur de C ;

» 2° La fonction $F(z)$ étant uniforme et n'ayant pas de discontinuité à distance finie en dehors de C admet nécessairement le point à l'infini comme pôle ou point singulier essentiel ; si u_1 est fini, l'infini est point singulier essentiel ;

» La fonction $F(z)$ n'ayant pas de points singuliers à distance finie ou à l'infini en dehors de C ne peut être uniforme. »

PHYSIQUE. — *Sur la polarisation partielle des radiations émises par quelques sources lumineuses, sous l'influence du champ magnétique.* Note de MM. **N. Egoroff** et **N. Géorgiewsky**, présentée par M. A. Cornu.

« Depuis quelques mois M. le Dr Zeeman, à l'Université de Leyde, a fait de très remarquables expériences relatives à l'influence d'un champ magnétique assez fort, sur l'émission de flammes dans un brûleur de Bunsen (sodium et lithium). Il a démontré que les perturbations éprouvées par les ions sous l'influence des forces magnétiques produisent de nouvelles périodes de vibrations lumineuses (l'élargissement des raies spectrales du sodium et du lithium). Ensuite M. Zeeman, conduit par les vues théoriques de M. le professeur Lorentz, a démontré aussi la polarisation particulière de ces nouvelles vibrations (1).

» En répétant l'expérience principale de M. Zeeman, avec la flamme de sodium, au laboratoire de Physique de l'Académie impériale de Médecine de Saint-Pétersbourg, à l'aide d'un réseau plan de Rowland et d'un électro-aimant de Ruhmkorff, nous avons aperçu, malgré la petite distance interpolaire (7^{mm} à 10^{mm}) et l'aimantation presque saturée (intensité du courant, 20 ampères), un très faible élargissement des raies D_1 et D_2 dans le spectre de radiations axiales, ainsi que de radiations équatoriales.

» Certainement il serait très intéressant de combiner des conditions expérimentales plus faciles que celles du procédé de M. Zeeman pour démontrer d'une manière décisive la remarquable influence du champ magnétique sur les flammes colorées.

» Ayant en vue le résultat général des expériences de M. Zeeman, à savoir, l'apparition dans les flammes colorées de rayons polarisés, nous avons entrepris l'observation directe (sans spectroscope à réseau) de la polarisation partielle d'émission, produite dans quelques sources lumineuses par le champ magnétique.

» Nous avons fait ces observations à l'aide des méthodes employées ordinairement pour l'analyse de la lumière partiellement polarisée.

» L'analyseur de Savart était le mieux approprié pour démontrer la polarisation particulière des flammes colorées dans le champ magnétique.

---

(1) *Nature*, t. LV, p. 347; 11 février 1897.

» La polarisation rectiligne partielle des rayons dirigés dans l'équateur du champ magnétique était facilement observée, non seulement dans les flammes du sodium, du lithium et du potassium, même avec une distance polaire de 100^{mm}, mais aussi bien dans les étincelles d'induction entre des électrodes de magnésium.

» Les expériences avec les étincelles entre les électrodes de charbon, d'aluminium, de mercure, de zinc, de bismuth, de fer, n'ont pas montré dans l'analyseur de Savart même des signes de la polarisation rectiligne. La polarisation elliptique partielle des rayons envoyés obliquement à l'équateur du champ était déterminée aussi facilement avec l'analyseur de Savart, additionné d'une lame de $\frac{1}{4}$ d'onde.

» Nous continuons nos recherches sur la polarisation particulière des sources lumineuses, placées dans le champ magnétique, et nous aurons l'honneur de présenter les résultats détaillés à la haute attention de l'Académie dans une Note prochaine. »

PHYSIQUE. — *Nouvelle lampe à cadmium pour la production des franges d'interférence, à grande différence de marche.* Note de M. **Maurice Hamy**, présentée par M. Lœwy.

« Dans ses admirables recherches sur la valeur du mètre en longueurs d'ondes [1], entreprises au Bureau international des Poids et Mesures avec la collaboration de MM. Benoît, Chappuis, Guillaume, M. Michelson a employé, comme sources lumineuses monochromatiques, les radiations rouge, verte, bleue, indigo qu'émet la vapeur de cadmium portée à l'incandescence dans un tube de Geissler. La décharge électrique pénètre, dans l'appareil de M. Michelson, par des fils de platine auxquels sont fixés de gros anneaux d'aluminium servant d'électrodes.

» L'expérience a montré que la lampe ainsi constituée se détériore rapidement sous l'action du courant et de la température assez élevée à laquelle on opère. Souvent des fissures s'établissent dans le verre, près des fils de platine, et mettent le tube hors d'usage dès le second échauffement. Il arrive aussi que les radiations s'altèrent, en commençant par le bleu, et

---

[1] *Détermination expérimentale de la valeur du mètre en longueurs d'ondes lumineuses* [t. XI des *Mémoires du Bureau international des Poids et Mesures* (Mémoire traduit de l'anglais par M. Benoît)].

finissent par ne plus donner de franges à grande différence de marche. M. Michelson explique cette singularité par la formation d'une combinaison volatile de cadmium et d'aluminium, emprunté aux électrodes, dont la vapeur se répandrait peu à peu dans le tube.

» Des expériences actuellement en cours à l'Observatoire, ayant pour objet l'étude de la vis micrométrique de l'instrument des latitudes, m'ont amené à m'occuper des lampes à cadmium et à les transformer. Les résultats obtenus sous le rapport du pouvoir lumineux, de la constance des radiations et de la durée me paraissent assez nets pour être publiés.

» La nouvelle lampe, construite avec beaucoup de soins par M. Chabaud d'après mes indications, est sans électrodes intérieures. Elle se compose d'un tube de verre de 20^{mm} de diamètre et de 130^{mm} de longueur ([1]), étranglé en son milieu, dans lequel on enferme quelques centigrammes de cadmium à la température de 300° environ, après avoir fait le vide à la pompe à mercure. Chacune des extrémités cylindriques est entourée d'un manchon en laiton contenant de la plombagine qui adhère au verre et en rend la surface conductrice de l'électricité. L'ensemble est suspendu dans une étuve entièrement close (tube de cuivre ou de laiton de 2^{mm} d'épaisseur, de 50^{mm} de diamètre, de 160^{mm} de longueur, fermé à ses extrémités et surmonté d'un demi-tube de 80^{mm} de diamètre formant réverbère), maintenue à une température voisine de 350° au moyen d'une rampe de gaz d'une forme particulière. Les deux fils suspenseurs communiquent chacun avec un des manchons et sortent de l'étuve isolés dans des tubes de verre.

» La lampe s'illumine (couleur vieux rose ou rose violacé) dès que les fils reçoivent la décharge d'une bobine d'induction ([2]). La lumière s'observe à travers une glace qui masque une petite fenêtre pratiquée dans l'étuve. Son éclat croît ordinairement pendant quelques minutes, au commencement de la période d'excitation, puis demeure invariable. Il n'y a aucun intérêt à employer un courant inducteur de plus de quatre ampères (interrupteur en marche), au moins avec la bobine qui me sert dans mes recherches ([3]). Les radiations parasites du sodium qui sont visibles, vraisemblablement à cause de la présence de ce métal dans le verre, profitent seules d'un accroissement de consommation.

» Le pouvoir éclairant de la nouvelle lampe n'est pas inférieur à celui

---

([1]) Il y aurait peut-être intérêt à raccourcir le tube et à augmenter son diamètre pour les très grandes différences de marche.

([2]) Les courants à haute fréquence de M. d'Arsonval donnent des résultats très médiocres au point de vue de l'intensité lumineuse.

([3]) Bobine Carpentier, modèle de 300^{fr}, interrupteur Deprez.

de la lampe de M. Michelson. J'ai pu me convaincre du fait grâce à l'extrême obligeance de MM. Benoît et Chappuis, auxquels j'ai plaisir à exprimer mes remercîments.

» Dans mes premiers essais j'employais, au lieu d'électrodes extérieures de plombagine, des électrodes métalliques qui ne touchent le verre qu'en un petit nombre de points. Le rendement lumineux était médiocre et la décharge corrodait le verre en peu de temps; un tube a même été percé par une étincelle. Ces inconvénients ont complètement disparu depuis l'emploi de la plombagine et de la mise en dérivation des armatures d'un condensateur, de capacité suffisante [1], dans le circuit induit. L'introduction de ce condensateur ne modifie pas l'intensité de la lumière, mais a pour effet d'empêcher la corrosion et la perforation du verre.

» Des expériences exécutées sur quelques tubes ont montré qu'un travail de plus de vingt heures, entrecoupé de plusieurs périodes d'échauffement et de refroidissement, n'altère aucune de leurs propriétés. Une distinction nécessaire, entre les pôles de la bobine, est d'ailleurs à faire pour éviter l'obscurcissement de l'extrémité du tube à travers laquelle s'effectue la vision [2].

» La résistance de la lampe en marche est égale à celle d'un à deux dixièmes de millimètre d'air. Une élévation notable de température, au-dessus de 350°, augmente cette résistance au point que la décharge ne passe plus dans l'appareil. Il en est de même lorsque la température de l'étuve tombe à 200°.

» Outre les quatre radiations, rouge, verte, bleue, indigo, qui donnent des franges à grande différence de marche, le spectroscope m'a permis de retrouver toutes les raies visibles connues du cadmium dans la lumière sortant de la lampe, et de plus: une raie faible dans le rouge (λ, 632); les raies du sodium; une belle raie dans le vert (λ, 515), invisible dans le

---

(1) Un matras de verre d'un litre, rempli d'acide sulfurique, à l'extérieur duquel est collée une feuille d'étain, donne de très bons résultats.

(2) La décharge d'une bobine de Ruhmkorff éclate sous forme d'aigrettes, entre deux pointes assez écartées. Le côté de la lampe communiquant avec le *pôle aigrette* noircit sur *toute* sa surface intérieure. La coloration, qui ne disparaît pas sous l'action d'une température inférieure au point de ramollissement du verre, se transporte *presque complètement* dans l'autre partie du tube en inversant le courant; le phénomène est très net en mettant le condensateur hors circuit. On peut se demander, par analogie, s'il ne serait pas possible de faire sortir les molécules d'air emprisonnées dans les parois d'un tube de Crookes qui commence à se caler, en faisant passer la décharge, dans un sens convenable, à travers le verre.

spectre de l'étincelle éclatant dans l'air entre des électrodes de cadmium et attribuée par quelques auteurs à ce métal; enfin, une faible raie (λ, 466) dans l'indigo.

» Les présentes recherches ont été facilitées par des essais que M. Cornu m'a autorisé à faire dans son laboratoire. Je lui en exprime ma vive reconnaissance. »

PHYSIQUE. — *Recherches sur les aciers au nickel. Propriétés métrologiques.* Note de M. **Ch.-Éd. Guillaume**, présentée par M. A. Cornu.

« La dilatation presque nulle de quelques aciers au nickel, indiquée dans une précédente Note (*Comptes rendus*, t. CXXIV, p. 176; 25 janvier 1897), constitue une anomalie remarquable et qu'aucun autre alliage n'avait montrée jusqu'ici. Son importance, au point de vue spécial de la construction des instruments de toutes sortes, m'a engagé à poursuivre l'étude de ces alliages en commençant par celles de leurs propriétés qui présentent le plus d'intérêt dans la Métrologie.

» *Remarques générales.* — Les aciers qui ont été préparés dans les aciéries d'Imphy ([1]) possèdent une homogénéité plus grande que celle de la plupart des métaux usuels. Lorsqu'on descend franchement au-dessous de la couche superficielle, toujours un peu craquelée, des barres brutes, on arrive à un métal parfaitement sain, prenant un beau poli, sans aucune piqûre visible avec un grossissement de 80 diamètres. Les traits de quelques microns de largeur, pratiqués sur ces surfaces, sont d'une parfaite régularité.

» La résistance à l'attaque de l'eau augmente avec la teneur en nickel. Déjà les alliages les moins dilatables, qui contiennent environ 36 pour 100 de nickel, sont suffisamment inattaquables pour qu'une règle divisée puisse être abandonnée pendant des mois, dans une atmosphère saturée d'humidité, sans prendre de taches de rouille. Dans les mesures de dilatation, les règles séjournaient pendant des heures dans l'eau tiède et n'ont jamais été essuyées, lorsqu'on les retirait de l'eau; elles ont pu rester ensuite pendant un temps prolongé dans la vapeur d'eau bouillante sans que les traits tracés sur des surfaces polies fussent détériorés.

([1]) Mes recherches ont été beaucoup facilitées par l'extrême obligeance de MM. Adenot, directeur, Girin, ingénieur principal, et Dauphin, ingénieur des aciéries d'Imphy; je prie ces Messieurs d'agréer mes meilleurs remercîments.

» Les surfaces brutes, en revanche, se couvrent en quelques jours, dans la vapeur, d'une couche de rouille continue mais peu adhérente. Il faut surtout éviter avec soin le commencement de l'attaque. Une tache d'encre produit un léger dépoli qui s'accentue dans l'eau.

» Tous ces alliages sont très sensibles à l'acide chlorhydrique; le voisinage d'une soudure mal lavée peut provoquer une attaque importante des surfaces.

» *Densité. Élasticité.* — Le module d'élasticité des règles a été déterminé à l'aide d'un appareil employé autrefois par M. Benoît.

» La barre à examiner, placée sur deux rouleaux, supporte en son milieu un plateau que l'on charge de poids croissants. On mesure, à l'aide de trois cathétomètres, la flèche et l'écrasement des supports. Les mesures ont été faites sur les règles brutes, pour des distances des points de support égales à $0^m,9$ et $1^m,1$ et dans deux positions rectangulaires des barres. Les efforts fléchissants ont atteint 60^{kg} ou 80^{kg}. La plupart des mesures ont été répétées sur les barres rabotées.

» Les densités ont été mesurées par des pesées hydrostatiques.

» Les résultats de ces mesures sont consignés dans le Tableau suivant :

Alliages.	Densités à 0°.	Modules d'élasticité en tonnes par millimètre carré.	Alliages.	Densités à 0°.	Modules d'élasticité en tonnes par millimètre carré.
0 p. 100......	7,813	22,0 (1)	30,8 p. 100...	8,049	16,0
5............	7,787	21,7	31,4 (2)......	8,008	15,5
12,4 + 1 Cr....	7,892	19,0	34,6 (2)......	8,066	15,1
16,8 + 1 Cr....	7,892	18,3	36,1..........	8,098	14,7
19 (2).........	7,913	17,7	36,4..........	8,082	14,9
22............	7,903	19,1	36,6..........	8,086	15,0
22 + 3 Cr.....	8,034	19,7	37,5..........	8,005	14,7
24............	8,111	19,3	39,5..........	8,076	14,9
26,2..........	8,096	18,5	44,5..........	8,120	16,4
28............	»	18,1	100...........	8,852	21,6

» Si l'on porte en abscisses les teneurs en nickel, en ordonnées les den-

(1) Acier à outils.

(2) Ces alliages avaient été désignés dans ma première Note comme contenant respectivement 20, 32 et 35,5 pour 100 de nickel; la nouvelle analyse de ce dernier déplace légèrement le minimum de dilatation.

sités, on n'aperçoit pas à première vue de relation bien nette entre ces deux variables; mais si l'on trace la droite des densités calculées par la loi des mélanges, on voit, malgré une grande irrégularité des résultats, que les densités sont trop fortes pour les alliages les plus dilatables, trop faibles pour ceux qui présentent l'anomalie négative.

» Pour le module d'élasticité, une relation analogue ressort bien plus nettement des diagrammes. Sa valeur s'abaisse lentement jusque vers l'alliage à 20 pour 100 de nickel, se relève ensuite, passe par un maximum relatif, redescend vers un minimum et remonte ensuite lentement. Le maximum et le minimum sont bien accusés et coïncident sensiblement avec ceux de la dilatation; ils correspondent à l'excès et au défaut de densité, trop irréguliers d'ailleurs pour qu'on puisse parler d'un maximum ou d'un minimum de cette propriété. Je me propose de revenir sur la variation simultanée de ces trois propriétés dans quelques-uns des alliages étudiés.

» *Variations permanentes.* — La plupart des barres ont été soumises à des recuits divers; les longueurs étaient mesurées dans les intervalles des chauffes. Ces études ont été poursuivies avec un soin particulier pour les alliages les moins dilatables.

» J'ai constaté d'abord que des recuits à 100° produisent une contraction des alliages d'une teneur inférieure à 25 pour 100 de nickel, alors que les alliages supérieurs s'allongent sous la même action [1]. Les allongements suivent d'abord une loi exponentielle avec le temps, puis diminuent ensuite plus rapidement. A partir de 30 pour 100, la valeur de l'exposant diminue rapidement à mesure qu'on élève la teneur en nickel.

» La longueur définitive que prend la barre dépend de la température du recuit; elle est atteinte d'autant plus rapidement, mais l'allongement total est d'autant *moindre* que la température est plus élevée.

» Il en résulte ce fait curieux qu'une règle, recuite à fond à une température déterminée, continue à s'allonger lorsqu'on la maintient à une température plus basse.

» Pour les alliages à 36 pour 100 de nickel, le recuit semble complet en vingt heures à 150°, en cent heures à 100°, en trois cents heures à 60°, en sept cents heures à 40°; à la température ordinaire, les allongements ont pu être suivis pendant deux mois, après quoi ils sont devenus insensibles.

---

[1] L'alliage à 44 pour 100 a seul montré une contraction très faible (de $1^{\mu},5$ en deux cent dix-huit heures à 100°, réparties sur quarante-six jours), due probablement à la superposition de deux effets distincts.

Le carbone ne semble pas avoir une influence bien considérable sur les variations produites par le recuit.

» Ces mouvements, d'ailleurs de peu d'amplitude, présentent une grande analogie (au signe près) avec ceux du zéro des thermomètres; l'abaissement temporaire a été observé aussi sur des barres recuites à une certaine température et chauffées pendant quelques heures à une température plus élevée. »

PHYSIQUE. — *Nature des diverses espèces de radiations produites par les corps sous l'influence de la lumière.* Note de M. **Gustave Le Bon**, présentée par M. d'Arsonval.

« Lorsque la lumière frappe un corps quelconque, elle engendre deux ordres de radiations obscures qui mélangent parfois leurs effets dans certaines expériences, notamment dans celles relatives à la polarisation et à la réfraction, et qu'il importe, par conséquent, de nettement séparer.

» Le premier ordre de radiations est simplement constitué par de la lumière ordinaire qui reste à l'état de résidu sur les corps illuminés, Cette lumière résiduelle,étudiée jadis au point de vue photographique par Niepce de Saint-Victor, est identique à la phosphorescence, dont elle ne diffère que par son invisibilité. Me proposant, dans une prochaine Note, de faire voir que cette lumière invisible se réfracte et se réfléchit comme la lumière ordinaire, je ne m'en occuperai pas davantage aujourd'hui.

» En dehors de cette charge résiduelle, les corps frappés par la lumière produisent une seconde classe de radiations très différentes. Ce sont elles que j'ai étudiées dans mes premières Notes sur la *lumière noire*.

» Les propriétés les plus caractéristiques de ce mode intermédiaire de l'énergie sont les suivantes. Les radiations obscures engendrées par la lumière tombant à la surface des corps déchargent l'électroscope et ne le chargent pas. Elles traversent les écrans électriques. Elles impressionnent les plaques photographiques à travers les corps opaques.

» Les expériences électroscopiques exigeant un exposé détaillé qui sera fait bientôt, je me bornerai aujourd'hui à les résumer en disant que tous les corps, métaux ou substances organisées, frappés par la lumière, donnent naissance à des radiations jouissant de la propriété de produire la décharge de l'électroscope. Pour les uns, la décharge est plus rapide si l'instrument a reçu une charge négative; pour les autres, le sens de la charge est indifférent. La seule différence que présentent les corps réside

dans la rapidité de la décharge. Une plaque de zinc, amalgamée depuis quelques minutes, posée sur le plateau d'un électroscope chargé négativement ou même agissant à petite distance par rayonnement sur le plateau (charge positive dans ce second cas), produit une décharge de 10° en deux secondes. L'aluminium frotté à l'émeri produit la même décharge en cinq secondes. Une feuille d'argent demande plus d'une heure.

» Les radiations qui déchargent l'électroscope ne possèdent pas la propriété de le charger, même après une exposition prolongée à la lumière (1), mais elles possèdent la propriété de traverser les écrans électriques. Si l'on pratique, dans la cage de Faraday enveloppant l'électroscope, une fenêtre fermée par une feuille de zinc ou d'aluminium de $\frac{1}{10}$ de millimètre d'épaisseur longtemps nettoyée, et qu'on expose le métal à la lumière, on obtient une décharge très lente (2° ou 3° par heure, déduction faite de la perte de l'instrument, mesurée avant et après chaque opération).

» Ces expériences suffisent à prouver que les radiations engendrées par les corps frappés par la lumière ne sauraient être confondues avec de l'électricité. Ces radiations se rapprocheraient plutôt par quelques-unes de leurs propriétés des rayons X, mais elles en diffèrent par plusieurs points fondamentaux, et notamment par leur mode de propagation.

» La propriété que possèdent ces radiations d'impressionner les plaques photographiques à travers des corps opaques se constate très aisément par les nouvelles expériences que je vais indiquer. M. le professeur de Heen m'a beaucoup aidé dans ces recherches. C'est lui qui a constaté qu'une des conditions essentielles de réussite était de voiler légèrement la plaque avant son exposition. Le voile, qui se produit toujours plus ou moins par le fait seul qu'on manie la plaque sensible devant la lanterne rouge du laboratoire, est généralement insuffisant. Il faut avoir recours à la lumière d'une bougie pendant un très court moment.

» Pour faire disparaître toutes les objections opposées à mes précédentes expériences : chaleur, pression, lumière infiltrée, etc., il fallait trouver le moyen de mettre l'objet à reproduire en dehors du châssis. C'est ce dispositif que réalise l'expérience suivante :

» On prend un châssis 9×12 pour positifs, et l'on remplace sa plaque de verre par une plaque d'ébonite polie ayant $\frac{5}{10}$ à $\frac{7}{10}$ de millimètre d'épais-

---

(1) Les charges infiniment petites que l'on a constatées sous l'influence de la lumière à la surface des conducteurs ne dépassent pas l'ordre de grandeur des forces électromotrices de contact, c'est-à-dire l'ordre du volt, et ne pourraient, par conséquent, jouer aucun rôle dans nos expériences.

seur. Sur la face extérieure de cette plaque, c'est-à-dire sur la face tournée vers la lumière, on pose ou l'on colle, pour éviter leurs déplacements, des lettres découpées dans une feuille de métal (zinc, aluminium, platine ou étain, par exemple) de $\frac{1}{2}$ millimètre d'épaisseur. Puis, dans l'obscurité du laboratoire, on retire de son paquet une plaque sensible ([1]) qu'on voile légèrement en ouvrant et en refermant rapidement la lanterne. On l'introduit ensuite dans le châssis dont les lettres métalliques sont, comme on le voit, séparées de la plaque sensible par la feuille d'ébonite, et il ne reste plus qu'à exposer au jour et à l'ombre pendant trois heures ([2]). Après le développement, on obtient l'impression en noir intense des lettres se détachant sur un fond clair. C'est donc, comme on le voit, sur les parties qui, théoriquement, auraient dû être le mieux protégées contre l'action de la lumière, que s'est faite l'impression.

» Cette expérience, répétée à la Sorbonne sous les yeux de M. le professeur Lippmann par ses préparateurs, a toujours réussi.

» La même expérience répétée dans une étuve obscure, chauffée à 40°, ne donne aucun résultat. Elle réussit toujours, au contraire, à la lumière par une température voisine de 0°. La chaleur ne saurait donc être invoquée pour expliquer ce phénomène. On ne saurait davantage l'attribuer à l'action de l'électricité ordinaire. Les expériences électroscopiques, dont j'ai donné plus haut le résumé, montrent, en effet, que ces radiations jouissent de propriétés tout à fait différentes de celles de l'électricité.

» La même expérience peut être réalisée en enfermant les lettres métalliques ou d'autres corps quelconques dans une boîte d'ébonite entièrement close. On obtient une silhouette très nette des objets enfermés dans la boîte sur une plaque sensible placée sous cette boîte.

» L'ébonite peut être remplacée par un corps opaque quelconque; mais l'exposition à la lumière devient alors très longue et il est parfois nécessaire de faire intervenir une température élevée, ce qui n'est jamais le cas avec l'ébonite.

([1]) Toutes les marques de plaques, les plaques rapides surtout, ne sont pas impressionnées par ces radiations. On obtient des succès tout à fait constants avec les pellicules Carbutt. Les plaques lentes pour reproduction Graffe et Jougla réussissent assez bien dans la plupart des cas.

([2]) Si l'impression était faite au soleil, et trop prolongée, il pourrait arriver, non seulement qu'on n'eût pas d'image, mais encore que le voile fût détruit entièrement. Les radiations obscures agissent, dans ce cas, en sens inverse de la lumière.

» En éclairant le châssis avec les diverses couleurs du spectre, la lumière rouge m'a toujours semblé la plus active.

» Je ferai remarquer, en terminant, que s'il est vrai, comme je tente de le montrer depuis longtemps, que toutes les fois que les corps sont frappés par la lumière, ils engendrent une forme particulière d'énergie, il s'ensuit que ce mode d'énergie si peu connu encore se trouve être pourtant un des plus répandus dans la nature. »

ÉLECTRICITÉ. — *Oscillographe à induction.* Note de M. **H. Abraham** (¹), présentée par M. Violle.

« Méthode. — La déviation de l'équipage mobile d'un galvanomètre satisfait à l'équation

$$K\frac{d^2\theta}{dt^2} + A\frac{d\theta}{dt} + C\theta = Gi, \tag{1}$$

où figurent la force d'inertie $K\frac{d^2\theta}{dt^2}$, la force de frottement $A\frac{d\theta}{dt}$, la force directrice $C\theta$ et la force motrice Gi proportionnelle à l'intensité du courant i, qui circule dans le galvanomètre.

» Si ce courant i était précisément le courant I que l'on veut enregistrer, on chercherait à assurer la proportionnalité entre θ et I en rendant négligeables l'inertie et l'amortissement (²). Mais voici une solution nouvelle et plus complète du problème.

» Disons, tout d'abord, que nous employons le galvanomètre à cadre mobile, plus sensible que le galvanomètre à aimants.

» Il est certain que θ sera, à chaque instant, proportionnel à la valeur actuelle de I, si l'on fait en sorte que les courants I et i soient liés par une équation de même forme que l'équation (1):

$$K\frac{d^2I}{dt^2} + A\frac{dI}{dt} + CI = \lambda i. \tag{2}$$

» Or, on peut arriver à ce résultat en faisant intervenir, par exemple, les phénomènes d'induction.

» Le courant I agit par induction sur un circuit auxiliaire. Le courant in-

---

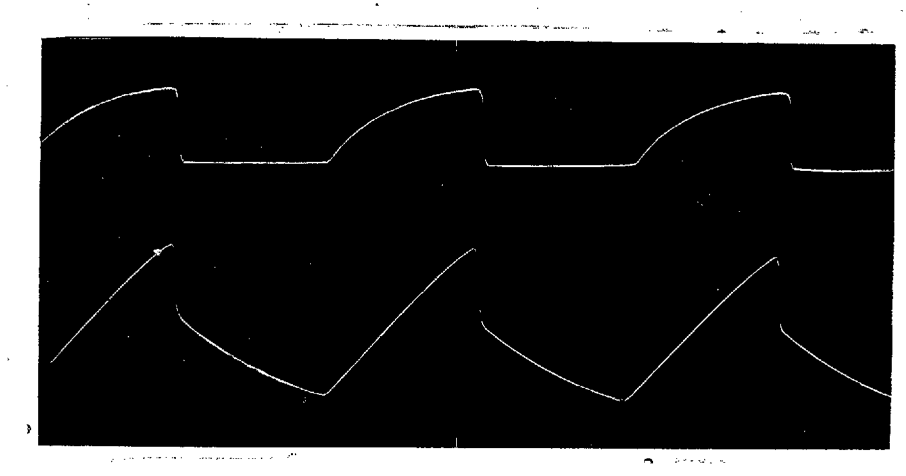
(¹) Cette Note a été présentée à l'Académie dans la séance du 29 mars dernier.

(²) Blondel, *Comptes rendus*, t. CXVI, p. 502 et 748 (1893, I).

duit est alors proportionnel à la dérivée première $\frac{dI}{dt}$, si les forces électromotrices d'induction propre sont rendues négligeables. Ce courant auxiliaire agit à son tour de la même manière sur le circuit qui contient le galvanomètre et y induit le courant i qui va donc varier comme $\frac{d^2I}{dt^2}$.

» Maintenant, pour que l'expression de i contienne un terme en $\frac{dI}{dt}$, il nous suffit de laisser subsister une certaine induction mutuelle entre le circuit du courant primitif I et le circuit du galvanomètre. Quant au terme en I, il sera dû à une connexion directe de ces deux circuits.

» On règle expérimentalement les termes en $\frac{dI}{dt}$ et en I, en s'aidant de la forme des courbes obtenues lors de l'établissement d'un courant permanent et lors de sa rupture. C'est ce que l'on voit sur la figure ci-contre, gravée d'après un décalque du cliché original effectué avec le plus grand soin par M. P. Dujardin.



Période : 1 centième de seconde.

» Le courant interrompu servant à l'entretien d'un diapason est enregistré par l'appareil. L'une des courbes correspond à un terme en $\frac{dI}{dt}$ trop grand. Pour l'autre, le réglage a été légèrement dépassé dans l'autre sens.

» Discussion. — J'indiquerai trois points importants :

» 1° Notre théorie suppose essentiellement que les forces électromotrices d'induction propre soient négligeables devant les forces électromotrices d'induction mutuelle.

Il faut, pour cela, que les enroulements employés aient des constantes de temps $\frac{L}{R}$ très petites. On descend aisément au-dessous du cent-millième de seconde. Néanmoins, cette condition limitera toujours la rapidité des indications de l'appareil. On démontre, du reste, que, pour une rapidité d'indications donnée, la sensibilité de l'oscillographe est maximum quand la bobine mobile a un moment d'inertie égal à celui des organes qui l'accompagnent, et quand les circuits auxiliaires ont même induction propre et même résistance que cette bobine.

» 2° La rotation du cadre, dans le champ magnétique, y induit une force électromotrice proportionnelle à la vitesse angulaire $\frac{d\theta}{dt}$. Mais le terme qui en résulte dans les équations pourra être joint au terme de même espèce de l'équation (1) et compensé, avec lui, par le terme en $\frac{dI}{dt}$ de l'équation (2). Il est bon de conserver une certaine importance à ces forces d'amortissement pour supprimer les trépidations accidentelles de l'équipage mobile.

» 3° Les équations présentent une singularité quand le courant I suit une loi de variation identique à celle que suivrait l'oscillation libre du galvanomètre si le courant I n'existait pas : il y aura alors *résonance* [1] si le réglage préalable n'est pas rigoureusement parfait. On écarte cette circonstance en rendant les oscillations propres du galvanomètre *plus lentes* que les variations à enregistrer.

» Réalisation pratique de l'appareil. — M. Carpentier, qui lui a apporté personnellement tous ses soins, a fort habilement construit le galvanomètre, qui est la partie délicate de l'appareil.

» Dans le champ magnétique créé par un électro-aimant se trouve la bobine mobile parfaitement équilibrée. Le fil de torsion *roule* sur des coussins fixes qui empêchent les déplacements transversaux et les mouvements de bascule de l'équipage mobile sans nuire à sa mobilité autour du fil.

» Outre les circuits auxiliaires, rassemblés sur une planchette indépendante, nous avons enfin un dispositif d'enregistrement :

» Un point lumineux (arc électrique diaphragmé) envoie horizontalement un faisceau de rayons sur un miroir plan vertical qui le fait tourner d'un angle droit pour le réfléchir sur le miroir concave du galvanomètre, le reprendre ensuite et envoyer l'image du point lumineux impressionner une plaque photographique fixe (9×12); quelques écrans noirs dispensent d'opérer dans une salle obscure.

» Le miroir plan oscille avec un petit pendule qui le porte, et n'est utilisé qu'au moment où sa vitesse de rotation, voisine d'un maximum, est extrêmement constante. Le mouvement du miroir du galvanomètre se faisant autour d'un axe vertical, la com-

---

[1] Voir Cornu, *Sur un théorème reliant la théorie de la synchronisation à celle des résonances* (*Comptes rendus*, t. CXVIII, p. 313; 1894).

binaison des deux déplacements de l'image fournit définitivement la courbe du courant I (¹).

» Nous terminerons en faisant observer que le contrôle des indications de l'appareil se trouve dans la figure reproduite plus haut, où l'on voit le galvanomètre revenir immédiatement au zéro. On peut s'assurer qu'il y a un très léger retard : il est dû, pour la plus grande part, à la durée même de l'étincelle de rupture (²). »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur la variation de l'état électrique des hautes régions de l'atmosphère, par beau temps.* Note de M. G. **Le Cadet**, présentée par M. Mascart.

« Le 24 mars dernier, j'ai repris, sous la conduite de M. A. Boulade, de Lyon, l'étude de l'électricité atmosphérique dans les hautes régions de l'atmosphère (³). Le but principal de cette ascension était d'essayer l'emploi d'un nouveau dispositif comme collecteur d'électricité. Celui-ci est formé de mèches en papier au nitrate de plomb, allumées à l'aide d'un briquet convenable et descendues ensuite au-dessous de la nacelle, à des distances différentes pour chacune d'elles, mais toutes deux supérieures à 30^m, au moyen de deux fils de laiton gradués qui les relient à l'électromètre différentiel après s'être enroulés chacun sur un treuil léger isolé par un pain de soufre tourné de 12^{cm} de diamètre et de 3^{cm} d'épaisseur.

» Si la mèche est assez bien préparée pour qu'il ne subsiste nulle part, sur le cône incandescent, ni cendre, ni pellicule de résidu, le débit électrique est grand et la mise en équilibre rapide et sûre; d'autre part, sa mise en ignition dans l'intérieur de la nacelle ne présente aucun danger si elle est faite avec un briquet analogue à celui que j'ai employé. J'avais étudié, d'ailleurs, ce point fort important par une série nombreuse d'expériences préalables faites soit à l'observatoire, soit à l'usine à gaz.

» Dans ces conditions nouvelles, le poids total de l'appareil et de sa provision de mèches est de 2^{kg}, tandis que, dans nos anciennes expériences, le poids mort à emporter était de 80^{kg}; c'est là un avantage consi-

(¹) Une modification évidente des circuits permet l'inscription des variations d'un *flux magnétique*.

(²) Laboratoire de Physique de l'École Normale supérieure.

(³) *Comptes rendus*, t. CXVII, p. 729.

dérable. La légèreté et l'exiguïté de l'appareil en procurent un autre non moins important : à savoir la facilité avec laquelle on peut isoler les collecteurs, les éloigner du ballon et l'un de l'autre verticalement pour les mesures, sans faire sensiblement varier la capacité d'ailleurs très faible de l'ensemble et le temps très court de la mise en équilibre.

» Quant aux résultats électriques de cette ascension, ils sont les suivants : le champ électrique mesuré au départ (11^h matin), à l'usine à gaz et à l'observatoire, était de :

Observatoire...............	Alt. = 300^m	Champ = 156^v
Terre-plein de l'usine à gaz..	Alt. = 175^m	Champ = 225^v

et le Tableau suivant donne les valeurs successives obtenues pendant l'ascension [1] :

A 30^m au-dessous de la nacelle.

Δn = Distance verticale des collecteurs = 5^m.

Heure.	Altitude absolue.	ΔV.	$\frac{\Delta V}{\Delta n}$.
$1^h.12^m$ soir.......	1680^m	$+140^v$	$+28^v$
1.15...........	1700	158	32
1.17...........	1780	149	30
1.19...........	1810	155	31
1.20...........	1850	158	32
1.22...........	1880	145	29
1.23...........	1900	149	30
1.40...........	2200	149	30
1.51...........	2300	145	29

» On peut donc considérer la valeur du champ comme constante pendant toute la durée des mesures, et adopter, pour cet intervalle de temps, sa valeur moyenne : $+ 30^v$ à la hauteur moyenne de 1850^m.

» Or, l'électromètre enregistreur de l'observatoire (réduit au plan avec les mèches) donne, pendant le même intervalle, une valeur moyenne de $+ 118^v$; d'où cette seconde conclusion : le champ électrique est certainement plus faible au-dessus de 1500^m d'altitude dans l'atmosphère que sur le sol inférieur supposé plan. »

---

(1) Un petit accident, arrivé à l'un des fils au moment du départ, a empêché de commencer les mesures aussitôt qu'on l'aurait voulu.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur un nouvel oxyde de phosphore, l'oxyde phosphoreux* P^2O. Note de M. A. BESSON, présentée par M. Troost.

« L'hydrogène phosphoré gazeux PH^3 ne réagit pas sur le chlorure de phosphoryle $POCl^3$ chauffé progressivement jusqu'à sa température d'ébullition, ainsi que l'a signalé Schiff. Cependant, on remarque que, pour peu que $POCl^3$ renferme en dissolution une petite quantité de HBr, la réaction s'établit quand on chauffe au bain-marie vers 50°; en principe, une quantité très petite de HBr suffit à amorcer la réaction et à l'entretenir, car ce corps se trouve constamment régénéré; cependant, dans la pratique, il finit par disparaître par volatilisation à l'état de PH^4Br et la réaction prend fin. On constate qu'un corps solide jaune rougeâtre a pris naissance au sein de $POCl^3$ en même temps qu'il y a eu dégagement de HCl.

» La réaction de PH^3 se fait aisément si l'on remplace $POCl^3$ par des dérivés bromés de ce corps [dérivés que l'on obtient facilement en dirigeant sur une colonne de pierre ponce chauffée un courant de HBr entraînant des vapeurs de $POCl^3$ (*Comptes rendus*, 30 mars 1896)]; elle s'établit quand on chauffe au bain-marie vers 50° et se poursuit avec dégagement de HCl, HBr et formation du précipité jaune rougeâtre précédemment signalé.

» On obtient encore le même corps dans l'action de PH^4Br sur $POCl^3$ en tube scellé vers 50°; à froid, les deux corps restent au contact sans réagir.

» Comme le maniement de PH^4Br n'est pas aisé (il s'enflamme souvent spontanément à l'air), on peut en déterminer la synthèse au sein même de $POCl^3$, en dissolvant HBr bien sec dans ce corps refroidi par un mélange réfrigérant, puis faisant passer un courant de PH^3 sec; PH^4Br se condense sous forme d'un corps solide blanc cristallin. Quand on chauffe ensuite progressivement au bain-marie en vase clos, il change de teinte et passe à la couleur jaune rougeâtre; à l'ouverture du tube, il se dégage en abondance HCl et HBr.

» Le corps solide jaune rougeâtre formé dans les différentes réactions précédemment signalées, étant purifié, présente la composition P^2O; il s'est formé en vertu de l'équation $POCl^3 + PH^4Br = 3HCl + HBr + P^2O$, HBr n'est qu'un intermédiaire nécessaire pour que la réaction $POCl^3 + PH^3 = P^2O + 3HCl$ puisse s'accomplir.

» Le produit solide, séparé de $POCl^3$ en excès par filtration sur de l'amiante, lavé avec $POCl^3$ pur, puis chauffé à 100° dans le vide jusqu'à ce que toute trace de distillation de liquide ait disparu, renferme quelques centièmes de chlore qu'un épuisement systématique pendant plusieurs heures par CS^2 bouillant ne suffit pas à enlever.

» Le traitement suivant a permis de purifier ce corps : le produit brut est réchauffé

à 100° en tube scellé pendant quelques heures avec $POCl^3$ pur; après filtration dans le vide, on épuise systématiquement par CS^2 bouillant, puis on lave à l'eau bouillante, et l'on dessèche dans le vide, d'abord à froid sur l'acide sulfurique, puis à 100°.

» L'analyse de la substance, à divers états de pureté, a donné les résultats :

	I.	II.	III.	IV.	Théorie pour P^2O.
P pour 100.....	75,82	76,61	78,04	79,88	79,49

» Elle ne renferme pas d'hydrogène en quantité appréciable, mais des traces de chlore.

» L'oxyde phosphoreux P^2O est un corps solide, pulvérulent, jaune rougeâtre, très léger, stable sous l'action de la chaleur jusqu'au delà de 100°; maintenu pendant quelques heures dans le vide vers 135°, il perd une notable proportion d'oxygène, et sa teneur en phosphore s'élève jusqu'à 90 et 95 pour 100. Il est combustible quand on l'enflamme à l'air et réagit sur l'acide nitrique concentré à la façon du phosphore.

» Le gaz chlore réagit sur P^2O à la température ordinaire avec incandescence; la réaction peut être modérée en opérant en présence d'un liquide tel que CCl^4; il y a formation de PCl^5 ou PCl^3, suivant que Cl ou P^2O est en excès, mais la présence d'un oxychlorure de phosphore dans le produit de la réaction n'a pu être constatée, même en opérant au sein d'un mélange réfrigérant. Au contraire, dans l'action de Br en solution CCl^4, il se forme très nettement un mélange de $POBr^3$ ($f = 56°$) avec PBr^5 ou PBr^3, suivant que Br ou P^2O est en excès; l'iode réagit aussi à froid en présence de CCl^4, il n'y a formation que de PI^2 (I en léger excès) sans oxyiodure.

» L'oxyde phosphoreux pourrait être envisagé comme un anhydride de l'acide hypophosphoreux $P^2O + 3H^2O = 2(PO^2H^3)$; cependant, ce corps ne s'hydrate pas à froid en présence de l'eau ou d'une solution alcaline étendue. Chauffé pendant vingt-quatre heures en tube scellé avec de l'eau à 100°, il n'y a formation ni d'acide hypophosphoreux, ni d'hydrogène phosphoré; la liqueur renferme une trace d'acide phosphoreux provenant de l'absorption de l'oxygène de l'air contenu dans le tube

$$P^2O + O^2 + 3H^2O = 2PO^3H^3$$

(il y a diminution de pression intérieure). Si l'on élève la température à 130°-140° pendant une heure environ, le tube scellé ayant été au préalable vidé d'air, il y a encore formation d'un peu d'acide phosphoreux mais l'atmosphère du tube renferme de l'hydrogène phosphoré. Ces résultats ne sauraient donc faire considérer le présent corps comme l'anhydride hypo-

phosphoreux; il se comporte vis-à-vis de l'acide hypophosphoreux comme l'oxyde azoteux vis-à-vis de l'acide hypoazoteux dont il peut être envisagé comme un anhydride ($Az^2O + H^2O = Az^2O^2H^2$).

» A côté de l'oxyde phosphoreux, qui forme le produit principal de l'action de PH^4Br sur $POCl^3$, on trouve encore des produits accessoires dont on reconnaît la formation de la façon suivante :

» Si l'on chauffe la liqueur-mère, dont on a séparé P^2O par filtration, progressivement dans le vide jusqu'à 100°, en maintenant cette température pendant un temps suffisant, il passe à la distillation, d'abord $POCl^3$ en excès puis, vers 100°, un liquide plus épais qui présente les propriétés du chlorure de pyrophosphoryle, auquel Geuther et Michaelis ont attribué la formule $P^2O^3Cl^4$; il reste enfin dans la cornue du chlorure de métaphosphoryle PO^2Cl.

» L'iodure de phosphonium PH^4I réagit sur $POCl^3$ d'une façon toute différente de PH^4Br; la réaction s'établit au-dessous de 100° avec dégagement de HCl, formation de P^2I^4, de phosphore rouge qui retient énergiquement jusqu'à 15 pour 100 d'iode, même après épuisement méthodique par CS^2 bouillant pendant vingt-quatre heures. Le liquide restant renferme $POCl^3$ en excès et du chlorure de métaphosphoryle ([1]). »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur le chlorure de métastannyle*. Note de M. **R. Engel**, présentée par M. Schützenberger.

« I. On sait que les caractères analytiques du chlorure stannique sont différents suivant que, d'une part, on opère sur une dissolution récente de chlorure stannique anhydre (solution dite de l'α-chlorure, que je désignerai simplement sous le nom de *chlorure stannique*) ou que, d'autre part, cette dissolution est ancienne ou provient de l'action de l'acide chlorhydrique sur l'acide métastannique (solutions du β-chlorure). Il est impossible toutefois de dégager, des données fournies par les *Traités d'analyse*, des réactions du β-chlorure précises, propres à l'enseignement.

» II. Les Mémoires originaux ne jettent aucun jour sur le sujet. Berzélius distingua les deux oxydes stanniques, appelés aujourd'hui *acides stannique* et *métastannique*, par la différence de propriétés suivantes : l'acide stannique donne avec l'acide chlorhydrique une solution de chlorure stannique; l'acide métastannique ne se dissout pas dans l'acide chlorhydrique, mais forme avec lui une combinaison soluble dans l'eau, que l'acide chlor-

([1]) Laboratoire de Chimie de l'Université de Caen.

hydrique reprécipite de sa solution. Pour Gay-Lussac, le seul caractère que Berzélius assigne à l'acide stannique convient aussi à l'acide métastannique. Ainsi, dès l'origine, se manifeste une divergence, sur une question de fait, entre deux observateurs aussi pleins de sagacité que Berzélius et Gay-Lussac; pareille divergence s'est poursuivie entre les expérimentateurs à peu près sur tous les points de la question.

» III. Les idées émises sur la cause des différences de propriétés des solutions de chlorure stannique sont les suivantes :

» D'après H. Rose, les solutions du β-chlorure résultent d'une dissolution d'acide métastannique dans l'acide chlorhydrique, sans qu'il y ait combinaison entre les deux corps.

» Weber les considère comme formées par une dissolution d'acide stannique dans le chlorure stannique.

» La plupart des auteurs admettent l'existence de deux chlorures isomériques, bien qu'une semblable isomérie échappe à toute explication.

» M. Schützenberger, dans son remarquable *Traité de Chimie*, considère le β-chlorure comme une chlorhydrine de l'acide métastannique, idée que confirment mes recherches.

» IV. Pour préciser les caractères du β-chlorure, il était donc indispensable d'isoler ce composé, ce qui semblait facile. J'ai démontré, en effet, autrefois que le chlorure stannique forme avec l'acide chlorhydrique un acide chlorostannique très soluble, dont l'étude a été reprise par M. Seubert; d'autre part, d'après Berzélius, l'acide chlorhydrique précipite le β-chlorure de ses solutions. Cette différence de propriété me permit effectivement d'isoler un chlorure différent du chlorure stannique; mais les produits obtenus dans les diverses préparations n'étaient pas identiques.

» J'ai donc dû multiplier les expériences, tenir compte de toutes les circonstances qui accompagnent les préparations, grouper des faits nombreux, pour arriver à faire ressortir de ces faits une conclusion, qui est la suivante : Il existe deux β-chlorures distincts auxquels répondent deux acides métastanniques distincts. Cette conclusion et les difficultés rencontrées expliquent pourquoi le β-chlorure n'a pas été isolé depuis soixante-quinze ans qu'il a été signalé par Berzélius (1812); elles expliquent aussi les contradictions mentionnées entre les expérimentateurs.

» V. L'un de ces β-chlorures se prépare par l'action de l'acide chlorhydrique sur l'acide métastannique obtenu dans les conditions suivantes : On immerge dans de l'acide azotique ($D = 1,3$ à $1,4$) des baguettes d'étain d'un demi-centimètre environ de diamètre; l'attaque a lieu lentement sans élévation notable de la température. On lave par décantation le pré-

cipité obtenu et on le dessèche à l'air. Sa composition répond alors à une formule du type $(SnO^2)^n, (H^2O)^{2n}$.

» On ajoute à 400^{gr} de ce produit 100^{cc} d'acide chlorhydrique à 22° B., quantité qui ne correspond pas à une molécule d'acide chlorhydrique par molécule d'oxyde stannique; il ne peut donc se former exclusivement un ou plusieurs tétrachlorures $SnCl^4$, dans la réaction. On mélange intimement. Après un quart d'heure environ, on obtient une solution complète. On étend la masse, d'apparence gommeuse, de 200^{cc} d'eau et l'on filtre.

» On ajoute au liquide filtré son volume d'acide chlorhydrique; on obtient ainsi un précipité blanc, amorphe, très fin, qu'on laisse déposer pendant douze heures au moins. Le liquide surnageant renferme de notables proportions de chlorure stannique; l'acide métastannique ayant servi à la préparation renfermait donc de l'acide stannique. On lave le précipité, par décantation, avec de l'acide chlorhydrique à 22° B. étendu de son volume d'eau, puis on le dessèche d'abord sur des assiettes de porcelaine dégourdie, puis dans le vide en présence d'acide sulfurique et de fragments de potasse, de manière à enlever l'acide chlorhydrique en même temps que l'eau.

» Par sa dessiccation, ce précipité s'agglomère en masses translucides, déliquescentes dans l'air humide, solubles dans peu d'eau et dans l'alcool absolu. La dissolution concentrée de ce β-chlorure peut être étendue d'eau, sans se décomposer, si l'on y ajoute quelques gouttes d'acide chlorhydrique. Cette nouvelle solution convient à l'examen des caractères analytiques du composé; l'acide chlorhydrique en excès la précipite. Lorsqu'on dilue la solution concentrée de beaucoup d'eau, sans l'aciduler, elle ne tarde pas à se décomposer, par hydrolyse, en une masse gélatineuse qui, après lavage et dessiccation, est susceptible de se combiner avec l'acide chlorhydrique, pour régénérer le chlorure dont elle provient.

» Les analyses conduisent à assigner respectivement, au chlorure et au composé résultant de son hydrolyse, les formules : $Sn^5O^9Cl^2, 4H^2O$ et $Sn^5O^{11}H^2, 4H^2O$; ce dernier corps est l'acide métastannique de Fremy. Sa transformation en chlorure a lieu d'après l'équation

$$Sn^5O^{11}H^2 + 2HCl = 2H^2O + Sn^5O^9Cl^2.$$

» Le chlorure obtenu est donc du chlorure de métastannyle. L'acide métastannique qui, en présence des bases fortes, se comporte comme un acide bibasique, joue donc aussi le rôle d'une base biacide, en présence des acides forts. On peut le transformer en un métastannate, l'isoler de ce sel, le transformer en chlorure de métastannyle, le précipiter de la so-

lution du chlorure par hydrolyse, ou par addition de fragments de marbre si la solution est fortement acide, et régénérer le métastannate.

» Le chlorure stannique en solution étendue se transforme lentement en chlorure de métastannyle, d'où le changement dans les réactions que présentent les solutions anciennes :

$$5 SnCl^4 + 9 H^2O = Sn^5O^9Cl^2 + 18 HCl.$$

» Le métachlorure diffère complètement des oxychlorures ordinaires. On obtient des oxychlorures stanniques en dissolvant de l'acide stannique dans une solution de chlorure stannique. L'acide chlorhydrique ne précipite pas ces oxychlorures de leur solution, mais transforme l'excès d'oxyde en chlorure stannique.

» Le métachlorure, en solution acidulée par l'acide chlorhydrique, présente des réactions analytiques différentes de celles du chlorure stannique; c'est là, ce me semble, un fait unique en Chimie. Je noterai seulement ici que l'acide sulfurique étendu ne précipite pas les solutions du chlorure métastannique, caractère qui, d'après H. Rose, distingue essentiellement le β-chlorure. Il est vrai que H. Rose, après avoir donné ce caractère distinctif, dit plus loin : « On doit observer cependant que, » dans certaines circonstances (non définies par l'auteur), l'acide sulfu» rique ne peut pas former de précipité dans la solution chlorhydrique de » l'oxyde *b* » (acide métastannique). Le chlorure métastannique que j'ai isolé répond à l'exception de H. Rose.

» Dans une prochaine Note, que j'aurai l'honneur de présenter à l'Académie, je décrirai la préparation et les propriétés d'un deuxième chlorure, correspondant à un autre acide métastannique, dont les solutions donnent le précipité par l'acide sulfurique indiqué par H. Rose, comme caractéristique des solutions du β-chlorure. »

CHIMIE MINÉRALE. — *De l'action d'une haute température sur les sulfures de cuivre, bismuth, argent, étain, nickel, cobalt.* Note de M. **A. Mourlot**, présentée par M. H. Moissan.

« Dans de précédentes Notes, nous avons montré que sous l'action de la haute température que fournit le four électrique de M. Moissan les sulfures pouvaient cristalliser par fusion, ou volatilisation, ou être réduits.

» Nous présentons aujourd'hui le résultat de nos recherches sur les sulfures de cuivre, bismuth, argent, étain, nickel et cobalt.

» I. *Cuivre.* — Nous avons employé successivement le sous-sulfure Cu^2S obtenu par combinaison directe et le sulfure CuS précipité et séché avec soin dans le vide; ce dernier, soumis à l'action d'un courant de 900 ampères et 45 volts pendant cinq minutes, nous a donné un culot fondu de sous-sulfure Cu^2S :

Analyse.	Théorie.
79,60	79,79
20,35	20,20

» C'est sur ce sous-sulfure et sur celui obtenu par combinaison directe du soufre et du cuivre qu'ont porté nos autres expériences.

» Soumis au four électrique alimenté par un courant identique au premier pendant dix minutes, nous avons obtenu un culot présentant deux couches nettement distinctes : l'une de cuivre pur, sans carbone; l'autre de Cu^2S. Il n'existerait donc pas, dans ces conditions, de sulfure moins sulfuré.

	Analyses de Cu^2S.		Théorie.
Cu	79,85	79,50	79,79
S..............	20,10	20,40	20,20

» Une autre expérience a été également faite avec le sulfate de cuivre, qui a été ramené à l'état de cuivre pur.

» II. *Bismuth.* — Le sulfure de bismuth, précipité et séché, a été soumis à l'action d'un courant de 300 ampères et de 50 volts pendant une dizaine de minutes.

» Nous avons obtenu un culot qui, analysé, nous a fourni les chiffres suivants :

Bi......................	97	98,2
S.......................	2,83	1,7

» Dans une deuxième expérience identique le soufre disparaît complètement :

Bi.................................. 99,8

» III. *Argent.* — Le sulfure d'argent Ag^2S obtenu par précipitation a été chauffé pendant six minutes par un courant de 300 ampères et de 50 volts dans le four à tube. Au fond du tube nous obtenons une masse métallique blanchâtre renfermant 99,6 pour 100 d'argent et quelques centièmes de soufre; cette masse, soumise pendant cinq minutes à l'action d'un courant de 900 ampères et de 50 volts, s'est en grande partie volatilisée. Les quelques globules restant renferment encore des traces de soufre : la désulfuration complète du sulfure d'argent sous l'action seule de la chaleur est donc très difficile.

» IV. *Étain.* — Nous avons employé le protosulfure obtenu par précipitation directe ou provenant de la réduction du bisulfure et nous avons fait deux séries d'expériences.

» (α). Dans le four petit modèle alimenté par un courant de 45 ampères et 35 volts, le protosulfure prend un aspect nettement cristallin; la durée de la chauffe ne pouvant être inférieure à cinq minutes.

» (β). Dans le four grand modèle, alimenté par un courant de 900 ampères et de

50 volts, l'expérience a été faite en tube; d'abondantes vapeurs se sont dégagées pendant l'expérience qui dura quelques minutes.

» Le tube refroidi nous présentait l'aspect suivant :

» Dans le fond du tube on aperçoit un culot à aspect métallique, de structure cristalline.

» Sur les parois, incrustés dans le charbon, de petits globules que l'on peut détacher facilement.

» Ces divers produits sont constitués par du protosulfure.

			Théorie.
Sn	78,30	79,29	78,66
S	21,60	20,70	21,33

» Ce sulfure présente une stabilité remarquable.

» V. *Nickel.* — Le sulfure anhydre NiS a été obtenu par combinaison directe du nickel réduit et du soufre; après une chauffe d'une demi-heure dans le four petit modèle, il nous a donné le sous-sulfure Ni^2S.

» Nous obtenons également ce sous-sulfure en réduisant le sulfate anhydre par le charbon sous l'action d'un courant de 35 ampères et 35 volts; nous avons fait varier la durée de la chauffe entre dix minutes et quarante-cinq minutes; nous obtenons toujours Ni^2S.

		Théorie.
Ni	78,5	78,66
S	21,39	21,32

Signalé par Berthier (1).

Ce corps, non cristallisé, est jaune bronze. Ce sous-sulfure est soumis à l'action d'un courant de 900 ampères et 60 volts. Dans une première expérience, qui dura cinq minutes, la fonte obtenue présentait la composition :

Ni	90,01	90,30
S	4,23	4,30
Graphite	5,38	5,22
Carb. total	5,50	5,32

» Afin d'obtenir la désulfuration complète, nous avons soumis cette première fonte et pendant dix minutes à l'action du même courant. Nous obtenons une deuxième fonte renfermant encore des traces de soufre :

Nickel	93,80
Traces de soufre.	
Carbone total	5,95
Graphite	5,55

» VI. *Cobalt.* — Le protosulfure CoS a été obtenu en réduisant par le charbon, dans le four petit modèle, le sulfate anhydre de cobalt; la durée de la chauffe variant de dix minutes à vingt-cinq minutes, on obtient toujours CoS.

---

(1) MOISSAN et OUVRARD, *Le Nickel*.

» Ce protosulfure a été traité dans les mêmes conditions que Ni^2S; la fonte finalement obtenue présentait la composition suivante :

Cobalt..............	95,10
Soufre............ ..	0,013
Carbone total	4,70
Graphite............	4,60

» En résumé, il résulte de nos expériences au moyen du four électrique :

» 1° Que l'on peut désulfurer complètement les sulfures de bismuth, de cuivre; la désulfuration du cuivre étant toutefois notablement plus difficile à obtenir que celle du bismuth;

» 2° Que le sulfure d'argent, soumis aux plus hautes températures, nous donne un produit volatil renfermant encore des traces de soufre;

» 3° Que le cobalt et le nickel donnent naissance à des sulfures relativement stables CoS et Ni^2S, lesquels produisent des fontes renfermant encore des traces de soufre, malgré la haute température à laquelle ils ont été portés;

» 4° Que le sulfure d'étain subit une volatilisation partielle et fournit un culot à texture cristalline de protosulfure; nous avons ainsi, avec les sulfures de zinc, cadmium, aluminium (¹), un nouvel exemple de sulfures stables à haute température (²). »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Combinaisons du gaz ammoniac et de la méthylamine avec les sels haloïdes du lithium.* Note de M. **J. Bonnefoi.**

« Je me suis proposé de reprendre l'étude de quelques phénomènes de dissociation des sels haloïdes ammoniacaux déjà étudiés par Isambert en 1868, 1878 et 1880, et par M. Joannis en 1891 et 1894.

» Un grand nombre de sels haloïdes ont été étudiés à ce point de vue, mais je n'ai trouvé aucune indication sur ceux du lithium, ni sur les composés fournis par la méthylamine avec ceux qui donnent des combinaisons ammoniacales.

» C'est cette lacune que je voudrais combler tout en cherchant à comparer l'ensemble des courbes des composés de cet ordre, au moyen des théories de Thermodynamique.

(¹) A. Mourlot, *Comptes rendus*, juillet 1896.

(²) Ce travail a été fait au laboratoire des hautes études de l'École de Pharmacie.

» I. *Chlorures de lithium ammoniacaux.* — A $-18°$ le chlorure de lithium parfaitement pur et sec absorbe rapidement 4 molécules d'ammoniac. La courbe des tensions de dissociation que j'ai pu déterminer de $-12°$ à $+18°$ donne 760^{mm} à $+13°,3$. A $+18°$ le chlorure de lithium absorbe seulement 3 molécules d'ammoniac et donne un autre corps $LiCl, 3AzH^3$ qui a des tensions de dissociation plus faibles (760^{mm} à $+57°,5$).

» A $+63°$ c'est le composé $LiCl, 2AzH^3$ qui se forme et à $+85°$ $LiCl, AzH^3$.

» II. *Chaleur de formation de* $LiCl, 3AzH^3$ et de $LiCl, 2AzH^3$. — En dissolutions étendues, le chlorure de lithium est sans action sur l'ammoniaque. Les chlorures ammoniacaux du lithium sont donc entièrement dissociés par une quantité d'eau correspondant à 2^{lit} pour Li (soit 4^{lit} pour LiCl et 2^{lit} pour AzH^3). Je l'ai vérifié en ajoutant à LiCl (4^{lit}) successivement de 1 à 5 molécules de AzH^3 (2^{lit}). L'effet thermique est nul.

» $LiCl, 3AzH^2$ étant préparé (ainsi qu'Isambert le recommande pour les corps dont il a fait l'étude) en partant du composé supérieur $LiCl, 4AzH^3$, a donné, en se dissolvant dans 10^{lit} d'eau à $+15°$, $+0^{Cal},37$. La dissolution de LiCl dégageant dans 4^{lit} (même température) $+8^{Cal},43$, on en conclut : LiCl sol. + $3AzH^3$ gaz dégage $+34^{Cal},46$, soit $+11^{Cal},48$, en moyenne, pour AzH^3.

» $LiCl, 2AzH^3$, dissous dans l'eau, a fourni $+2^{Cal},67$, et

$$\text{LiCl sol.} + 2\,AzH^3 \text{ gaz}$$

dégage $+23^{Cal},36$, soit $11^{Cal},68$, en moyenne, pour AzH^3.

» Il en résulte que, pour passer du corps $LiCl, 2AzH^3$ à $LiCl, 3AzH^3$, la troisième molécule d'ammoniac dégage, en se fixant,

$$+34^{Cal},46 - 23^{Cal},36,$$

soit $+11^{Cal},10$.

» Ces nombres, comparés à ceux d'Isambert (1878) montrent bien que la chaleur de fixation de AzH^3 est d'autant plus faible que le composé est plus dissociable, comme il l'a fait remarquer le premier et comme il était naturel de le penser.

» Appliquant à ce cas la formule de Clapeyron

$$x = \frac{T \times T_0}{T - T_0} \times \frac{10,333}{425 \times 0,765 \times 273} L \frac{p}{p_0},$$

$$T_0 = 43 + 273, \qquad p_0 = 320,$$

$$T = 50 + 273, \qquad p = 473,$$

j'obtiens, pour chaleur de fixation de AzH^3 : $+11^{Cal},27$.

» Pour

$$T_0 = 50 + 273, \qquad p_0 = 473,$$
$$T = 60 + 273, \qquad p = 790,$$

la chaleur de fixation de AzH^3 est : $+10^{Cal},92$. La moyenne est : $+11^{Cal},09$, ce qui concorde parfaitement avec le résultat thermochimique expérimental.

» III. *Chlorures de lithium et méthylamine*. — La méthylamine est aussi absorbée par le chlorure de lithium, et il en est très probablement de même des autres sels haloïdes qui absorbent AzH^3.

» J'ai obtenu, à 0°, un composé $LiCl, 4Az\begin{matrix}\diagup CH^3 \\ -H \\ \diagdown H\end{matrix}$; sa courbe de tension de dissociation marque 760^{mm} à $+30°$.

» IV. *Bromures de lithium ammoniacaux*. — Le bromure de lithium pur et anhydre absorbe le gaz ammoniac. A $-18°$, on a la combinaison $LiBr, 4AzH^3$, dont la tension de dissociation est de 760^{mm} à $+63°$.

» Je continue actuellement cette étude [1].

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action du tannin et de l'acide gallique sur quelques alcaloïdes*. Note de M. Œchsner de Coninck.

« I. Dans ma Note du 8 mars dernier, j'ai examiné l'action du tannin sec et pulvérulent sur la nicotine pure et sur la nicotine en solution dans l'eau. J'ai abandonné à l'air les deux capsules, où j'avais fait l'expérience, du 5 mars au 3 avril; il ne s'est pas produit autre chose qu'une coloration rouge orangé.

» Ensuite, j'ai dissous de la nicotine dans de l'alcool à 98°; à la solution, j'ai ajouté du tannin sec : aucun précipité; dissolution partielle du tannin et production à la longue, après exposition à l'air, d'une coloration rouge orangé.

» Même expérience et même résultat négatif avec le tannin sec et une solution éthérée de nicotine.

» II. Si je dissous le tannin dans l'eau, cette solution *précipite immédiatement* la nicotine pure et anhydre; une solution alcoolique de tannin

---

[1] Institut de Chimie de l'Université de Montpellier.

précipite immédiatement une solution alcoolique de nicotine. Même résultat avec des solutions de tannin et de nicotine dans l'éther.

» III. J'ai répété avec l'acide gallique sec et pulvérulent l'expérience que j'avais faite avec le tannin.

» L'acide gallique, dans ces conditions, ne produit rien avec la nicotine pure. Introduit dans l'alcaloïde dissous dans un peu d'eau, il ne donne tout d'abord ni précipité ni coloration; toutefois, si l'on abandonne les capsules à l'air libre, il se produit une coloration rouge orangé foncé, *plus rapidement* que dans le cas du tannin.

» IV. Dans de la cicutine très pure et fraîchement rectifiée, ou dans de la cicutine dissoute dans l'eau, le tannin sec ne produit rien tout d'abord; l'acide gallique sec non plus. Mais avec les solutions aqueuses de l'alcaloïde, une coloration rouge foncé, ou rouge de sang, ne tarde pas à se développer. Le tannin dissous dans l'eau précipite instantanément la cicutine pure et anhydre; le tannin dissous dans l'alcool ou dans l'éther précipite la nicotine dissoute dans l'alcool ou dans l'éther.

» Il y a donc, à ce point de vue, des différences intéressantes à noter, entre la pyridine et la pipéridine d'une part, et entre la nicotine et la cicutine d'autre part.

» V. J'ai déterminé la limite de précipitation de la nicotine en me servant de deux solutions aqueuses de tannin :

Solution (A) : tannin = $1^{gr},434$; eau distillée = 19^{cc}.
Solution (B) : tannin = $0^{gr},0223$; eau distillée = 19^{cc}.

» J'introduis d'abord 1 dixième de centimètre cube de nicotine dans 150^{cc} d'eau distillée; à cette liqueur, j'ajoute 1, 2, 3, 4 et 5 dixièmes de centimètre cube de la solution (B). Il se produit une simple coloration jaune. J'ajoute alors 1 et 2 dixièmes de centimètre cube de nicotine : pas de précipité.

» J'additionne cette liqueur d'eau distillée par quantités de 150^{cc}, 100^{cc}, 50^{cc}, 40^{cc}, 30^{cc}, 20^{cc} et 10^{cc}; après chaque addition, j'essaie avec une goutte de la solution (A). Il m'a fallu ajouter en tout 1960^{cc} d'eau pour que la précipitation cessât d'être appréciable. Je ferai remarquer que la liqueur, après s'être colorée en jaune, est devenue peu à peu opalescente, puis légèrement fluorescente.

» VI. Pour déterminer la limite de précipitation de la cicutine, j'ai dû, à cause de la petite quantité d'alcaloïde pur à ma disposition, opérer avec 1 dixième de centimètre cube de cicutine, que j'ai dissous d'abord dans 50^{cc} d'eau pure. J'ai ensuite ajouté 125^{cc} d'eau distillée par fractions de 20^{cc} et 10^{cc}.

Essai avec une goutte de la solution (A). La limite pour la cicutine est de 175cc d'eau ; l'expérience a été répétée une seconde fois, puis une troisième fois avec de l'eau distillée préalablement bouillie. Dans ce dernier cas, j'ai trouvé 180cc d'eau pour la limite de précipitation. Dans les premières phases de l'expérience, la liqueur devient opalescente et acquiert une fluorescence blanc bleuâtre; puis elle devient jaune, avec une fluorescence verte très prononcée qui se maintient douze heures environ (1). »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Préparation du carbure de sodium et de l'acétylène monosodé.* Note de M. **Camille Matignon**.

« Dans ses études classiques sur l'acétylène, M. Berthelot (2) a reconnu que le sodium chauffé en présence de l'acétylène donnait naissance suivant les conditions de température à deux composés, l'acétylène monosodé C^2HNa et l'acétylène disodé ou carbure de sodium C^2Na^2.

» Récemment (3), M. de Forcrand a cherché à préparer C^2Na^2 pour en déterminer sa chaleur de formation; le produit qu'il obtient est une matière noire constituée par un mélange de 62 pour 100 de carbure de sodium avec 37 pour 100 de charbon.

» Je me suis proposé de préparer ces corps à l'état pur, dans le but de faire l'essai de certaines réactions synthétiques; leur préparation sous la forme d'une poudre blanche repose sur les faits suivants :

» 1° Entre sa température de fusion et celle de 190°, le sodium décompose l'acétylène avec formation d'acétylène monosodé

$$C^2H^2 + Na = C^2HNa + H.$$

» 2° Au-dessus de 210°, les deux atomes d'hydrogène sont tous deux substitués; on obtient alors le carbure de sodium :

$$C^2H^2 + Na^2 = C^2Na^2 + H^2.$$

» 3° A partir de 210°-220°, l'acétylène monosodé se décompose en acé-

(1) Ces recherches ont été faites dans mon service, à l'Institut de Chimie de la Faculté des Sciences de Montpellier.

(2) *Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. IX, p. 402.

(3) *Comptes rendus*, t. CXX, p. 1215.

tylène et carbure de sodium

$$2C^2HNa = C^2H^2 + C^2Na^2.$$

» 4° Dans les mêmes conditions de température, le sodium transforme l'acétylène monosodé en acétylène disodé

$$C^2HNa + Na = C^2Na^2 + H.$$

» 5° Toutes les opérations précédentes peuvent être réalisées quantitativement [1]; dans le cas des deux dernières réactions en particulier, l'acétylène monosodé pur et blanc, chauffé dans un courant d'hydrogène, fournit le carbure de sodium également pur et blanc, sans la moindre trace de charbon.

» 6° Ce n'est que par certains tours de main qu'il devient possible d'obtenir les résultats énoncés. Par exemple, on n'obtient jamais qu'une masse charbonneuse quand on fait passer l'acétylène, à température convenable, sur du sodium placé dans une nacelle. Il importe de renouveler constamment la surface du sodium libre dans l'atmosphère d'acétylène, non pas pour multiplier les points d'attaque, mais surtout pour les varier, dans le but de soustraire les parcelles formées à l'action de la chaleur dégagée par la continuation de la réaction dans leur voisinage; sans cette précaution, la chaleur décompose partiellement le produit, avec mise en liberté de charbon, au fur et à mesure de sa formation.

» Des remarques précédentes résulte le mode opératoire suivant :

» *Préparation de l'acétylène monosodé.* — Un courant d'acétylène, débarrassé de ses impuretés par un lavage dans des liqueurs acides et alcalines, puis desséché par son passage à travers une longue colonne d'anhydride phosphorique, se rend au centre d'un ballon renfermant le sodium. Le ballon est maintenu à la surface d'un bain d'huile dont on élève progressivement la température; dès que le sodium commence à fondre, on agite le ballon à la surface du bain, la réaction se produit alors régulièrement, quelles que soient la vitesse du courant gazeux et, par conséquent, la rapidité de l'attaque, pourvu que l'agitation soit suffisante. Quand le thermomètre atteint 180°, on maintient le bain à cette température pendant qu'on poursuit l'agitation. Le sodium se pulvérise peu à peu et la réaction est terminée quand la poudre est devenue blanche et bien homogène. Avec une bonne agitation, quelques heures suffisent pour la transformation intégrale du

(1) Les détails analytiques seront donnés dans un Mémoire développé.

sodium. Quand on ne craint pas la présence d'un peu de sodium, il peut être avantageux d'arrêter la réaction beaucoup plus tôt, car les dernières traces de métal disséminées dans la poudre d'acétylène sont beaucoup plus lentes à se transformer.

» *Préparation du carbure de sodium.* — Le dispositif employé est le même, mais la préparation est plus courte. On porte rapidement la température du bain à 220°, puis on maintient cette température entre 220°-230° : le carbure monosodé, qui a commencé à se former avant 200°, se décompose ensuite en présence du sodium

$$C^2HNa + Na = C^2Na^2 + H^2$$

ou sous l'influence seule de la chaleur

$$2C^2HNa = C^2H^2 + C^2Na^2;$$

le produit blanc final est constitué uniquement par le carbure de sodium

$$C^2Na^2.$$

» Il est facile de concevoir des appareils à agitation mécanique permettant de préparer de grandes quantités de ces produits.

» Je continue l'étude des propriétés de ces deux acétylènes [1]. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Observations concernant la température de congélation du lait. Réponse à MM.* Bordas *et* Génin. Note de M. **J. Winter**, présentée par M. A. Gautier.

« Je désire présenter quelques observations au sujet de la dernière Note (8 mars 1897) de MM. Bordas et Génin, sur la cryoscopie du lait.

» 1. Les déterminations consignées dans cette Note, et obtenues avec les appareils et le concours de M. Ponsot, confirment mes résultats dans les limites mêmes que j'ai fixées. Mais une divergence toute secondaire distingue les expressions numériques de nos observations. La voici :

» J'ai trouvé 0°,55 comme moyenne constante de mes nombreuses déterminations très concordantes de congélation du lait. Beckmann, comme je l'ai signalé ailleurs, et Hamburger ont également trouvé 0°,55. Je pourrais en citer d'autres. MM. Bordas et Génin trouvent 0°,52, sensible-

(1) Institut de Chimie de Lille, Laboratoire de Chimie générale.

ment, toutes corrections faites. Cette divergence n'a évidemment pas l'intérêt qu'ils pensent. Elle est complètement en dehors de la discussion qu'ils ont soulevée et qui n'a porté que sur la *constance* du point cryoscopique du lait. L'écart maximum de leurs déterminations actuelles est de 0°,017. J'ai signalé la possibilité d'écarts maximum de 0°,020 à partir d'une base fixe. Ces variations sont évidemment de même ordre. Je considère mes observations comme exactes et n'ai aucune raison pour suspecter celles qu'ils viennent de fournir. Il ne sera pas difficile, dans la pratique courante, de fixer une fois pour toutes les indications de l'instrument dont on aura à se servir. N'a-t-on pas, d'ailleurs, signalé des divergences analogues de même ordre pour le point de congélation de solutions salines identiques, le chlorure de sodium notamment, pour lequel des observateurs différents ont trouvé des nombres variant de 0°,61 à 0°,585 comme température de congélation de la solution à 1 pour 100? Ces différences sont, à coup sûr, liées aux constantes thermométriques.

» 2. C'est à tort que MM. Bordas et Génin me prêtent la pensée de vouloir substituer la cryoscopie du lait à son analyse chimique. J'ai mis en relief l'intérêt qu'il y aurait à se servir d'une méthode d'*examen* aussi simple et donnant des indications aussi peu variables. On objectera, non sans raison, que l'addition de matières sucrées ou autres pourrait dissimuler le mouillage frauduleux. J'ai *fait allusion* à cette correction dans ma première Note en disant que l'indication cryoscopique *est difficile à tourner par la fraude*. Je vais compléter ma pensée en ajoutant que cette supposition perd presque toute sa valeur si l'on songe avec quelle précision il faudra opérer cette addition pour ne pas altérer un degré cryoscopique aussi étroitement endigué. Toute fraude mal faite, et ce sera toujours le cas de la pratique courante, sera nécessairement divulguée par le thermomètre, lequel, cela est clair, ne pourra pas donner plus. Mais, parmi les déterminations rapides actuellement usitées, je n'en vois pas d'autres qui puissent être mises en parallèle avec celle du cryoscope. C'est un point sur lequel j'aurai, d'ailleurs, l'occasion de revenir avec détails. »

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur la non-identité des lipases d'origine différente.* Note de M. **Hanriot**, présentée par M. A. Gautier.

« J'ai déjà dit que la lipase que l'on trouve dans le sang ne me paraissait pas provenir du pancréas, me fondant sur ce fait que l'ablation de cette

glande ne modifie pas sensiblement la teneur du sang en ferment. Cette expérience ne suffit cependant pas à résoudre définitivement la question. En effet, il est difficile d'extirper complètement la glande, et les moindres fragments oubliés pourraient suffire à reproduire la lipase; en outre, la lipase peut persister pendant longtemps dans le sang, et sa variation inappréciable pendant la survie, toujours assez courte, des animaux opérés pourrait encore s'expliquer, même en admettant l'origine pancréatique de la lipase du sang. J'ai donc repris la question d'une façon différente, et je me propose de montrer, dans la présente Note, que la lipase du sang est différente de celle du pancréas.

» J'ai préparé deux solutions, l'une de sérum, l'autre de suc pancréatique de chien, telles que toutes deux neutralisent dans le même temps un même excès de carbonate de sodium en présence de monobutyrine. Si l'on admet que le ferment est le même dans le suc pancréatique et dans le sérum, on doit dire que ces deux solutions en renferment la même quantité. Ces solutions, exactement neutralisées, sont abandonnées pendant vingt minutes, puis on détermine les quantités d'acide butyrique formé; on constate alors qu'il y en a environ deux fois plus avec le sérum qu'avec le suc pancréatique. Voici donc un premier caractère qui différencie ces deux ferments : La sérolipase agit encore énergiquement en milieu acide, tandis que la pancréatolipase a son action très ralentie par l'acidité de la liqueur.

» Voici le détail de l'expérience :

	Suc pancréatique.	Sérum.
Activité en milieu alcalin (excès de $0^{gr},2$ de CO^3Na^2) par litre	23	22
Activité en milieu acide	9	16

» J'ai pu différencier encore ces deux ferments d'une autre façon : si l'on prépare une solution de suc pancréatique ayant la même activité que le sérum à la température de 15°, on constate que l'activité de ces solutions devient différente dès que la température change :

	Suc pancréatique.	Sérum.
A 15°	10	11
A 30°	10	15
A 42°	11	21

» Ici encore, les changements d'activité de ces deux solutions, à des températures variables, différencient ces deux ferments. Il est, du reste, inté-

ressant de constater que l'action de la pancréatolipase est presque indépendante de la température.

» Une dernière différence réside dans la stabilité de la sérolipase qui se conserve inaltérée pendant des mois, tandis que la lipase pancréatique se détruit au bout de quelques jours; mais ici on pourrait incriminer peut être les autres ferments du suc pancréatique dont l'action digestive peut détruire la lipase.

» J'ai comparé de même, au point de vue de l'identité de leurs lipases, le sérum de cheval et le sérum d'anguille. Ce dernier est d'une richesse considérable en lipase. Son activité représente environ cinq fois celle du sérum de cheval qui était lui-même de beaucoup le sérum le plus riche que j'aie rencontré. Or, en milieu alcalin ou par élévation de température, l'activité du sérum d'anguille augmente à peu près proportionnellement à celle du sérum du cheval :

	Anguille.	Cheval.
A 15°, milieu acide	37	22
A 15°, milieu alcalin (1gr,5 CO^3Na^2 par litre)	116	74
A 30°, milieu acide	49	29

» Le sang d'anguille paraît donc renfermer la même lipase que le sang de cheval, mais en quantité beaucoup plus grande.

» Ayant constaté, dans les expériences précédentes, l'influence considérable exercée sur l'activité de la lipase par l'alcalinité plus ou moins grande de la liqueur, j'ai cherché à préciser cette action pour le sérum de cheval sur lequel ont porté mes premières recherches. J'opérais de la façon suivante : à des mélanges identiques de sérum (1cc), de monobutyrine et d'eau (10cc), j'ajoutais un excès variable de carbonate de soude (0gr,0 à 0gr,02), puis, au bout de vingt minutes, je déterminais la quantité de butyrine saponifiée, en saturant exactement l'excès d'alcali ou d'acide. Voici les chiffres obtenus dans l'une de ces expériences :

Excès de CO^3Na^2 (en milligrammes)	0	2	4	6	8	10	15	20
Activité de la lipase	22	33	40	44	46	52	74	86

» On voit combien l'activité de la lipase varie avec l'alcalinité, puisqu'elle est susceptible de devenir quatre fois plus forte par addition d'une quantité de carbonate de sodium, de 2gr par litre. Or, la lipase provoquant la désassimilation des graisses, son activité peut servir de mesure à cette désassimilation. J'ajouterai, d'autre part, que l'on rencontre dans le sang

un ferment solubilisant les albuminoïdes, et dont l'alcalinité augmente également l'activité. Les plus petites variations de l'alcalinité du sang doivent donc, en augmentant l'activité des ferments, faire varier les phénomènes de désassimilation que l'on peut envisager comme une digestion interne en milieu alcalin. On voit que l'administration des bicarbonates alcalins doit agir, non seulement dans le tube intestinal sur les ferments digestifs, mais aussi dans le sang sur les phénomènes de désassimilation. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur quelques propriétés du ferment de la casse des vins*. Note de M. **P. Cazeneuve**, présentée par M. Friedel.

« Dans une Note précédente (¹), nous avons établi qu'un ferment oxydant ou *œnoxydase* est bien la cause de la *casse des vins* et que ce ferment a une action spécifique sur les phénols, comme certaines oxydases déjà signalées par MM. Bourquelot et Bertrand. C'est ainsi que les matières colorantes des vins rouges, corps à fonctions phénoliques, sont oxydées et insolubilisées. Mais d'autres substances telles que l'alcool, les éthers, les essences, qui constituent le bouquet du vin, sont également brûlées. Dans l'action sur le vin, l'œnoxydase détermine constamment un dégagement d'acide carbonique et l'on constate, après son action, une diminution de l'alcool et de l'acidité du vin, par suite de la combustion des tanins.

» Nous avons constaté que, si l'alcool fort altère ce ferment comme beaucoup d'autres, l'alcool étendu et le vin lui-même titrant 9° d'alcool constituent des milieux où le ferment reste inaltéré pendant de longs mois.

» De plus, il nous paraît démontré qu'en déterminant la combustion de certains éléments du vin, l'œnoxydase perd de son activité. Son action s'épuise comme pour la plupart des ferments solubles.

» Nous avons recherché, en outre, comment agissait l'acide sulfureux qui annihile, à faible dose, l'action de l'œnoxydase et est un remède souverain contre la casse. Agit-il en préservant la matière colorante de toute oxydation, comme une solution d'hydroquinone ou de diamidophénol est mise à l'abri de toute oxydation par une addition d'acide sulfureux ou de bisulfites alcalins? Ou bien cet agent a-t-il une action propre sur le ferment? Cette dernière hypothèse est seule admissible, comme le prouve l'expérience suivante :

(¹) *Comptes rendus*, février 1897.

» 500^{cc} d'un vin très sujet à la casse sont additionnés de 0^{gr},004 d'acide sulfureux. Nous précipitons par l'alcool fort en excès pour isoler le ferment. Le précipité lavé à l'alcool, recueilli sur un filtre et abandonné quelques heures à l'air, ne renferme aucune trace d'acide sulfureux libre. Reprenant par l'eau, nous constatons que la solution n'a aucune action sur la teinture de gayac. En recueillant du même vin le ferment oxydant sans addition d'acide sulfureux, en suivant la même méthode, on obtient un produit très actif.

» L'acide sulfureux détruit donc l'œnoxydase. D'ailleurs, après le traitement par l'acide sulfureux, un vin sujet à la casse peut subir un long courant d'air sans que réapparaisse cette disposition morbide. C'est là une nouvelle preuve du mode d'action de l'acide sulfureux dont le rôle n'est pas de protéger la matière colorante contre toute oxydation grâce à son pouvoir réducteur. Il agit directement sur le ferment.

» Cette action de l'acide sulfureux paraît d'autant plus spécifique vis-à-vis de l'œnoxydase que d'autres agents réducteurs comme le formol (aldéhyde formique), lesquels passent d'ailleurs pour antifermentescibles, n'ont aucune action.

» L'expérience a été faite de la façon suivante :

» 0^{gr},04 de formol ont été ajoutés à 1^{lit} d'un vin très sujet à la casse. Quarante-huit heures après ce vin, qui avait été laissé exposé à l'air dans un vase à précipité, était complètement *cassé,* c'est-à-dire était jaune café au lait avec une odeur de vin cuit (1). Le formol, à une dose où l'acide sulfureux est très actif, n'a eu aucune action sur l'œnoxydase. Cette expérience offre un intérêt d'autant plus grand que le formol se combine avec la matière colorante du vin comme avec les tanins d'ailleurs. Cet agent aurait pu, sans détruire le ferment oxydant, paralyser du moins son action sur la matière colorante avec laquelle il s'était combiné. Il n'en a rien été : la matière colorante a continué à jaunir et s'est précipitée.

» Un vin rouge, indemne de tout œnoxydase, donne, dans les mêmes conditions, avec le formol, un trouble par suite de la combinaison insoluble formée. Mais ce trouble est détruit par addition de cinq gouttes d'acide sulfurique concentré à 10^{cc} du vin formolisé. Le vin, qui a d'ailleurs conservé tout son bouquet, redevient brillant avec sa couleur primitive. Le vin cassé reste au contraire trouble, malgré l'addition d'acide sulfurique, et a pris l'odeur de vin cuit caractéristique.

« Poussant plus loin l'analyse du mode d'action du ferment, nous avons recherché si un violent courant d'air ou l'air ozonisé activait l'action de l'œnoxydase sur le vin. Il n'en est rien. L'action de ce ferment oxydant, dans des conditions de température déterminées, est fonction du temps. L'oxygène seul est progressivement utilisé et non l'ozone, qui n'a d'ailleurs aucune action paralysante ou destructive. »

(1) Tous les vins cassés n'ont pas cet aspect lié à la nature de la matière colorante.

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur un nouveau mode d'obtention du parfum des fleurs*. Note de M. **Jacques Passy**.

« Les fleurs sont traitées industriellement à Grasse par deux procédés bien distincts : la *macération* (rose, fleur d'oranger, etc.) consiste à plonger les fleurs dans la graisse fondue au bain-marie, puis à séparer mécaniquement la graisse parfumée du tourteau de fleurs. Le corps gras joue ici le rôle d'un dissolvant, doué de certaines qualités spéciales. L'*enfleurage* (jasmin, tubéreuse) consiste à étaler des fleurs sur des châssis couverts de graisse; ces châssis forment, par leur superposition, des espaces clos dans lesquels la fleur diffuse son parfum; à mesure que les fleurs se flétrissent, on les remplace par de nouvelles, et la graisse, qui joue ici le rôle d'un absorbant, finit par se charger très fortement. Cette diversité de procédés repose sur des remarques séculaires et qui, quoique inconscientes, sont constamment présentes à l'esprit des praticiens. On peut les formuler ainsi :

» Les fleurs se divisent en deux catégories : les premières, parmi lesquelles la rose et la fleur d'oranger, contiennent leur parfum tout formé, ou, tout au moins, une réserve notable de parfum. Ces fleurs peuvent être, et sont, en effet, traitées concurremment par trois procédés : la distillation, la macération dans la graisse à chaud, et l'extraction par les dissolvants volatils, éther, éther de pétrole, etc.; ces trois procédés donnent des résultats un peu différents, mais des résultats positifs, parce qu'il y a dans tous les cas du parfum à extraire.

» Les secondes, qui comprennent l'immense majorité des fleurs, ne contiennent pas de parfum tout formé, ou n'en contiennent qu'une quantité insignifiante; la fleur le produit et l'émet d'une manière continue.

» Ces fleurs sont traitées par l'enfleurage, parce que ce procédé respecte la vie de la fleur et se contente de recueillir et de mettre en réserve dans le corps gras le parfum résultant, à chaque instant, de l'activité vitale des cellules; la récolte de parfum n'est alors limitée que par la survie de la fleur.

» Ces remarques m'ont conduit à imaginer le procédé suivant : le problème consiste à respecter la vie de la fleur tout en recueillant au fur et à mesure le parfum formé; or, il est possible de trouver un milieu autre que l'air, presque aussi inoffensif pour la fleur, et se prêtant en même temps à la diffusion et à la récolte du parfum : c'est l'eau. Les fleurs y sont complètement immergées; à mesure que l'eau se charge de parfum, on la remplace par de nouvelle. On peut d'ailleurs prolonger la vie de la fleur, en

remplaçant l'eau pure par une solution saline de même pouvoir osmotique que les liquides aqueux imprégnant les tissus de la plante. Il suffit ensuite d'épuiser l'eau par l'éther pour isoler le parfum.

» J'ai essayé ce procédé avec succès sur un certain nombre de fleurs, dont l'odeur n'avait pas été obtenue jusqu'à présent, et notamment sur le muguet. »

BOTANIQUE. — *Recherches sur l'embryogénie de l'archégone chez les Muscinées.* Note de M. **L.-A. Gayot.**

« Les recherches que nous avons faites sur l'embryogénie de l'archégone des Muscinées nous ont donné les conclusions suivantes :

» 1° L'archégone des Hépatiques se développe, non seulement par croissance intercalaire, mais encore par croissance terminale.

» 2° Chez les Mousses, cette croissance terminale contribue fortement à l'allongement de l'organe femelle ; il n'y a donc pas seulement cinq ou six segments adventifs formés aux dépens de la cellule apicale.

» 3° La cellule terminale ne donne point de cellules de canal, pas plus chez les Mousses que chez les Hépatiques.

» 4° Les cellules de canal du col ont toutes la même origine ; elles proviennent toujours d'une initiale détachée de la cellule mère de l'oosphère ; il n'y en a point d'adventives qui seraient formées aux dépens de la cellule terminale.

» 5° Chez toutes les familles archaïques, Sphagnacées, Andréacées, Archidiacées, etc., on ne trouve point les deux cellules obliques alternes, qui, d'une manière générale, ont été signalées au-dessus de la cellule pédicelle.

» 6° L'archégone des Anthocerotées a un mode de développement très différent de celui de toutes les autres Muscinées.

» 7° Chez les Muscinées dioïques dont les touffes mâles sont souvent très éloignées des touffes femelles, la fécondation se fait, lors des périodes de sécheresse, par le concours des animaux.

» En outre de ces résultats généraux, nous avons trouvé un certain nombre de faits particuliers qui méritent aussi d'être signalés :

» 1° Les archégones des Sphérocarpées ont cinq rangées de cellules au col comme ceux des Jungermanniées ; de plus, ils sont sessiles comme ceux des Ricciées ; ce genre est donc intermédiaire aux deux familles que nous venons de citer.

» 2° La cellule pédicelle est peu développée chez les Targioniacées ; sous ce rapport cette famille fait le passage des Ricciées aux Marchantiacées.

» 3° Les archégones des Targioniacées sont asymétriques comme ceux des Sphérocarpées et de beaucoup de Marchantiacées.

» 4° Le nombre des cellules de canal du col est de huit chez les Marchantiacées et non pas de quatre.

» 5° La cellule de canal du ventre peut être exceptionnellement fécondée chez les *Marchantia*.

» 6° Le col de l'archégone, chez les Jungermanniées à thalle, a aussi souvent six rangées de cellules que cinq.

» 7° Chez les Sphagnacées le ventre de l'archégone n'a pas toujours quatre épaisseurs de cellules.

» 8° Le col dans cette même famille n'a, le plus souvent, qu'une seule épaisseur de cellules, sauf à sa partie inférieure qui appartient physiologiquement au ventre.

» 9° L'archégone des *Anthoceros* est bien différencié; il possède quatre cellules de canal que l'on peut comparer à la cellule de canal des *Pteris* qui a quatre noyaux.

» 10° On peut obtenir isolément le développement de l'archégone en sporogone chez deux Mousses très anciennes, *Andræa* et *Archidium*. Ce fait a une importance philosophique, parce qu'il est en quelque sorte une preuve que le sporogone des Mousses est bien l'homologue d'une fougère feuillée.

» Les recherches que nous venons d'exposer ayant été comparées à celles que l'on connaît sur le même sujet chez les Fougères, chez les Prêles et chez les Lycopodinées, nous conduisent à considérer comme tout à fait homologues les organes femelles des Muscinées et des Cryptogames vasculaires. On peut donc donner le nom d'*Archégoniates* à l'ensemble de ces plantes; le terme proposé depuis longtemps par de Bary n'a pas encore été adopté en France; il mérite de l'être. L'embranchement des Archégoniates se reliera aux Phanérogames par l'intermédiaire des Gymnospermes dont les corpuscules ou organes femelles ne sont pas autre chose que des archégones et dont les organes mâles sont de vrais anthérozoïdes, si l'on s'en rapporte aux récentes découvertes de MM. Irase et Ikeno. »

GÉOLOGIE. — *La loi de formation des vallées transversales des Alpes occidentales*. Note de M. **Maurice Lugeon**, présentée par M. Marcel Bertrand.

« Les nombreuses monographies détaillées et la publication des Cartes géologiques à grande échelle ont montré qu'à côté du plissement principal des régions alpines, parallèle à la chaîne, un autre plissement était à considérer. M. Marcel Bertrand a, un des premiers, fait remarquer que cette deuxième série d'ondulations était perpendiculaire à la première, c'est-à-dire transversale à la chaîne. Ce plissement est ordinairement à plus grande courbure que le longitudinal. Ce fait établi, on peut se demander

quel a été le rôle de ces lieux de minima de l'axe des plis longitudinaux dans la formation des vallées transversales des Alpes.

» Il y a peu d'années encore, on considérait ces vallées comme étant dues à des cassures ou décrochements dans la chaîne. L'eau trouvant alors, suivant ces lignes, des points faibles en aurait profité pour établir ses cours. Cette théorie a dû être complètement abandonnée à la suite des travaux de Rutimeyer et de Heim. Ces deux auteurs, grâce à la présence des anciennes terrasses d'érosion sur les flancs des grandes vallées, ont montré que seule l'érosion avait pu les déterminer.

» Ce résultat, déjà bien remarquable, ne donne cependant pas l'explication de la *position géographique* des vallées transversales, problème dont la solution s'impose maintenant par la considération des plissements transversaux. En 1896 (1), j'ai fait remarquer que la vallée du Rhône, dans sa partie comprise entre Martigny et le lac Léman, devait coïncider avec un abaissement rapide des axes des plis. De nouvelles recherches sont venues confirmer le fait. Quelques plis montrent particulièrement bien ces remarquables accidents. Sur la rive droite de la vallée, le pli synclinal des rochers de Naie, par exemple, a sa charnière du jurassique à l'altitude de 1600^m, sous le sommet même. A 4^{km} du point culminant, dans la direction de la vallée, la charnière est tombée à 800^m d'altitude. L'axe s'abaisse donc suivant une pente de 20 pour 100. En face, sur la rive gauche, dans le Grammont, le même synclinal remonte avec un axe incliné sur l'horizontale suivant une pente de 66 pour 100.

» Cette inclinaison de l'axe des plis contre la vallée se dévoile du reste à la lecture des Cartes géologiques : les anticlinaux ne sont pas rompus plus profondément dans le bas des vallées que sur les arêtes, souvent ils le sont moins (anticlinal de Vouvry).

» Cette ondulation transversale s'accuse de moins en moins pour la *cluse* du Rhône d'aval en amont, au fur et à mesure que l'angle rentrant, que décrivent les plis, se fait de moins en moins sentir.

» J'ai poursuivi cette étude dans plusieurs vallées alpines. Les vallées suivantes montrent parfaitement un abaissement caractéristique de l'axe des plis sur leur emplacement : Aar, Sarine, Rhône, Drances de Savoie, Giffre, Arve, Borne, vallée morte du lac d'Annecy-Faverges, Chéran, vallée abandonnée de Chambéry. En outre, mon collègue M. Ritter est

(1) *La région de la Brèche du Chablais*, p. 266.

arrivé, indépendamment de mes recherches, à démontrer l'existence d'un semblable phénomène pour les vallées de l'Isère, du Doron, etc., dans leurs parties en arrière de la première zone cristalline. M. Termier (¹) a montré dernièrement que plusieurs grandes vallées du Pelvoux coïncidaient, sur une grande partie de leur parcours, avec des lieux de minima des axes. Les exceptions à cette règle sont rares, nous ne pouvons les étudier ici, mais les vallées que nous avons parcourues sont en nombre suffisant pour que nous puissions établir la loi suivante : *les vallées transversales des Alpes occidentales occupent l'emplacement d'un synclinal transversal au plissement normal des régions considérées.*

» Étant données leurs raisons géographique et tectonique, les grandes vallées transversales ont dû, dès l'origine des Alpes, être les collecteurs importants de l'eau de la chaîne qui trouvait, suivant ces lieux de minima, une dépression naturelle.

» La vallée du Chéran présente une exception remarquable qu'il importe d'analyser ici : dans sa partie alpine inférieure, elle traverse le chaînon du Semnoz sans que celui-ci présente un abaissement d'axe, alors qu'en amont les plis subissent des ondulations d'une grande puissance. Contrairement aussi à ce qui se présente dans la traversée des Bauges, le Chéran coupe le Semnoz par une gorge très profonde. Cette partie de la vallée a donc une tout autre origine. Elle est manifestement plus jeune que le reste; le Semnoz est, par conséquent, plissé *postérieurement* au plissement des Bauges; l'étude hydrographique apporte un point de plus en faveur de l'hypothèse de la naissance successive des plis alpins de l'intérieur vers l'extérieur. La coupure du Semnoz est le type d'une vallée alpine dont le creusement a marché de pair avec la surrection du pli. »

PHYSIOLOGIE. — *De l'influence de la franklinisation sur la voix des chanteurs.* Note de MM. **A. Moutier** et **Granier**, présentée par M. d'Arsonval. (Extrait.)

« La franklinisation exerce une action particulière sur la voix chantée.

» Lorsqu'on soumet à la franklinisation des chanteurs n'étant atteints ni de lésion de l'appareil vocal, ni même d'affection générale, en les fai-

---

(¹) *Sur la tectonique du massif du Pelvoux* (*Bull. Soc. géol. Fr.*, 3ᵉ série, t. XXIV, p. 756).

sant asseoir sur un tabouret isolant, relié au pôle négatif d'une machine statique à grand débit et en leur faisant respirer les effluves que l'on dégage au niveau de leur visage à l'aide d'un balai de chiendent, on observe au bout de peu de temps, souvent dès la première séance, des modifications au point de vue de l'intensité, de la hauteur et du timbre de la voix.

» *Intensité.* — La voix est plus ample, le son est renforcé.

» La respiration est, en effet, modifiée : les inspirations sont plus profondes, plus puissantes, tandis que l'expiration se fait plus également et dure plus longtemps.

» L'appui est meilleur, plus solide.

» L'essoufflement que produisent la multiplicité et la rapidité des inspirations dans certains morceaux de chant est très diminué et devient presque nul.

» *Hauteur.* — La voix tend à s'étendre dans le registre aigu. C'est surtout dans ce registre que l'action se manifeste; le maniement en est plus souple, ce qui permet au chanteur de s'en servir et de s'y maintenir plus aisément.

» Il en résulte que les notes élevées sont plus faciles et plus puissantes.

» *Timbre.* — La voix plus claire acquiert une qualité toute spéciale : du *mordant.* Elle prend un timbre particulier que les artistes comparent à celui que l'on observe dans la période prémonitoire du coryza.

» Le passage, généralement si difficile, du registre ouvert au registre sombré est bien plus aisé.

» En résumé : chez les artistes qui ne sont atteints d'aucune affection pouvant avoir une influence sur le bon fonctionnement de leur appareil vocal, on observe, à la suite de la franklinisation, que la voix devient plus ample, plus claire, plus souple, qu'elle acquiert un timbre particulièrement agréable, qu'elle est plus facile et se fatigue moins vite.

» La franklinisation facilite l'étude du chant aux élèves et aux débutants; elle donne à la voix des artistes une beauté inusitée. »

PHYSIOLOGIE. — *De l'action des courants de haute fréquence sur la virulence du streptocoque.* Note de M. **Louis Dubois** (de Reims), présentée par M. d'Arsonval.

« J'ai choisi comme germe pathogène le streptocoque, et comme animal le lapin, parce que les réactions sont des plus faciles à observer dans tous leurs détails.

» L'animal inoculé à l'oreille présente, après une incubation de quelques heures, une rougeur d'abord circonscrite, puis s'étendant rapidement aux

parties voisines; en même temps une fièvre vive s'allume, et, si le streptocoque était très virulent, l'animal succombe en peu d'heures.

» Pour soumettre les cultures au courant de haute fréquence, j'ai procédé ainsi.

» La culture, en sérum liquide, était contenue dans un petit sac en parchemin dont les coutures étaient soudées à la paraffine. Ce petit sac, de 6 à 8^{cm} de longueur sur 1^{cm} de large, était suspendu par un fil de soie fixé à chaque extrémité, dans un tube en verre en forme d'U très ouvert, et complètement rempli de sérum liquide. Chaque extrémité de ce tube était fermée par une rondelle de charbon de cornue lutée à la paraffine; à ces deux disques de charbon étaient fixés les fils conducteurs.

» Pendant le passage du courant, le tout était plongé dans un bac rempli d'eau, à la température de 20°, et maintenue à cette température. La bobine dont je me suis servi donnait 25^{cm} au trembleur d'Arsonval-Gaiffe. Le dispositif employé a été celui indiqué par MM. d'Arsonval et Charrin.

» Voici le résultat de quelques-unes de mes expériences :

» I. Culture non électrisée, ensemencée sur sérum, pousse vigoureusement; cinq heures après l'ensemencement, colonies innombrables.

» $0^{cc},01$ inoculé à l'oreille d'un lapin de 610^{gr}. Dix heures après, plaque érysipélateuse de 2^{cq} environ. Température 39°,8. Huit heures plus tard, érysipèle généralisé à l'oreille. T. 40°,2. Mort en trente-deux heures.

» II. La culture est électrisée (deux séance de vingt minutes en vingt-quatre heures).

» Ensemencement. Retard manifeste dans l'apparition des cultures, qui n'apparaissent bien visibles qu'après huit heures.

Lapin 730^{gr}. Inoculé à l'oreille avec $0^{cc},01$. Après seize heures, début de l'érysipèle qui, douze heures après, a envahi toute l'oreille. T. 39°,8. Le lendemain l'animal est trouvé mort.

» III. Après quatre séances d'électrisation :

» Lapin 660^{gr}. Inoculation de 1^{cc} (quantité cent fois plus forte que les premières). Après seize heures, petit placard de 1^{cq} environ. T. 39°,2. Huit heures plus tard, envahissement de la moitié de l'oreille. T. 38°,9. Quinze heures après, commencement de régression. T. 38°,2. Cinq jours après l'animal n'est pas mort, mais très faible.

» IV. Après huit séances d'électrisation :

» Lapin 820^{gr}.

» Inoculation de 2^{cc}. Réaction locale envahissant l'oreille en vingt heures, mais peu intense. T. 38°,7. Régression rapide et complète en trois

jours. L'animal se rétablit complètement, malgré la quantité énorme qui a été injectée.

» V. Il était intéressant de rechercher si l'effet du courant électrique consistait en une atténuation de virulence ou une formation d'antitoxines. J'ai alors injecté aux animaux des bouillons de culture, soumis au courant de haute fréquence, et débarrassés de leurs éléments microbiens, par chauffages à 50° répétés à trois jours d'intervalle ou par filtration sous pression; après trois à cinq jours d'inoculations préventives, j'ai inoculé à l'oreille $0^{cc},01$ de culture normale.

» Lapin 850^{gr}; quinze heures après l'inoculation, placard de 2^{cq}. T. 40°,1. Onze heures après, extension de la plaque érysipélateuse à toute l'oreille. Injection de 10^{cc} de culture électrisée et privée de ses germes. Continuation de la fièvre. Mort le troisième jour.

» L'effet immunisant et l'effet curatif ont donc été nuls. Les toxines avaient simplement subi une atténuation considérable.

» En présence de ces faits, il semble donc que l'on doive reconnaître, aux courants de d'Arsonval, une action énergique et perturbatrice, sur la vitalité et la virulence de streptocoque, et probablement aussi des autres microbes, comme MM. d'Arsonval et Charrin l'ont démontré pour la bacille de Löffler. Il ne paraît pas y avoir une formation appréciable d'antitoxines. »

PHYSIOLOGIE. — *Action des rayons X sur le cœur.* Note de MM. **Gaston Seguy** et **F. Quénisset**, présentée par M. d'Arsonval.

« Nous avons constaté simultanément que, si l'on reste soumis pendant *très longtemps* à l'action des rayons X, on éprouve du côté du cœur des troubles particuliers qui se font sentir par des palpitations insupportables et des battements très violents et très irréguliers. M. Gaston Seguy l'a constaté sur lui-même après de nombreuses expositions aux radiations nouvelles. M. F. Quénisset a fait ces observations sur une personne qu'il avait soumise pendant assez longtemps au traitement des rayons X pour y expérimenter leur action thérapeutique. Le malade a d'abord éprouvé une grande oppression du côté du cœur, puis des battements très violents et irréguliers qui devenaient absolument insupportables et dangereux lorsque les rayons X traversaient la poitrine. On fut obligé de placer une feuille métallique assez épaisse pour intercepter les radiations sur la partie éprouvée. »

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Sur la forme actinomycosique du bacille de la tuberculose.* Note de MM. V. Babès et C. Levaditi, présentée par M. Bouchard.

« Dans une publication faite avec Cornil (Cornil et Babès, *Topographie du bacille de la tuberculose*, 1895), nous avons dessiné des ramifications du bacille de la tuberculose. En 1888, Nocard et Roux (*Annales de l'Institut Pasteur*), Maffuci et Metschnikoff (*Virchow's Archiv*, p. 63; 1888) décrivent aussi des formations curieuses ramifiées bourgeonnantes, ayant en partie l'aspect des crosses volumineuses dans les cultures de tuberculose aviaire.

» Fischel (*Morphologie und Biologie des Tuberculoseerregers*, Wien; 1893) et Coppen Jones (*Centralblat f. Bakter*, t. XVII, 1 u. 2; 1895), en invoquant l'analogie qui existe entre le lacis que forme le bacille de la tuberculose et le mycélium de l'actinomyces, émettent la supposition que le bacille de la tuberculose doit être rapproché de l'actinomyces.

» Nous nous permettons d'y ajouter que l'actinomycose rappelle souvent, surtout chez l'homme, certaines formes d'abcès froids ou des lésions osseuses tuberculeuses, et puis que l'actinomycose réagit à la tuberculine.

» Coppen Jones avait observé que dans les crachats tuberculeux, surtout lorsqu'il existe de grosses cavernes avec destruction putride des parois, les fibres élastiques sont surtout souvent entourées par des masses hyalines, constituant une zone de globes ou même des crosses piriformes à structure concentrique, et ressemblant à s'y méprendre aux crosses de l'actinomyces. Mais cet auteur n'a pas mis à profit les méthodes appropriées pour établir le rapport de ces crosses avec le bacille de la tuberculose; de plus, il n'a pas appliqué à ces formations curieuses les moyens de coloration de l'actinomyces, de sorte qu'il arrive à la conclusion qu'elles n'ont rien de commum avec le bacille. Par une sorte d'analogie, il est entraîné à refuser aussi aux crosses de l'actinomyces tout lien organique avec le mycèle, celles-là ne seraient tout simplement qu'un produit de sécrétion.

» En étudiant la structure fine des crosses de l'actinomyces, l'un de nous (*Virchow's Archiv*, t. CV; 1896) a démontré qu'elles apparaissent comme une sorte de capsule autour des bouts des ramifications. Ces extrémités terminales se présentant sous forme de bourgeons ou d'épaississements qui renferment les spores du microphyte, il devient très probable que la capsule représente un organe protecteur de la colonie, et spécialement des organes de reproduction de l'actinomyces.

» Dans l'étude détaillée sur les capsules des microbes, Babès (*Zeitschr. f. Hygiene;* 1895) fait encore voir que les masses capsulaires des microbes, et spécialement les crosses de l'actinomyces, présentent une certaine indépendance; qu'il peut se produire un excès de substance capsulaire, laquelle, après destruction du microbe par compression, peut former des bourgeons stériles ou même se détacher complètement du corps du microbe, constituant des masses rondes ou oblongues, formées exclusivement par la substance capsulaire. Cette dernière donne la réaction de la mucine ou bien, comme dans l'actynomices, elle est formée par une sorte de cellulose. Babès a établi que le mycèle de l'actinomyces se colore par le procédé de Gram, tandis que les crosses sont mieux mises en évidence par la safranine anilisée et traitement ultérieur par l'iode ioduré et alcool.

» En poursuivant nos recherches sur l'effet local du bacille de la tuberculose, sur différents tissus, nous avons pratiqué des injections de $0^{cc},1$ d'émulsion d'une culture de tuberculose humaine, peu virulente, dans les méninges et la substance cérébrale chez des lapins. Parfois ces injections, par les suites du traumatisme, causent la mort des animaux en deux ou trois jours; et, même au bout de deux jours, on peut constater que les bacilles forment des filaments ondulés et des paquets de filaments inclus à l'intérieur des leucocytes polynucléaires de la surface des méninges ou de complexus cellulaire résultant de l'agglutination de plusieurs leucocytes. Au milieu des foyers hémorrhagiques on trouve des paquets de microbes entourés d'une zone épaisse de leucocytes.

» Chez les animaux morts au bout de huit ou dix jours, les méninges présentent un épaississement nodulaire dû à une prolifération particulière des endothéliums; par leurs prolongements, ces éléments proliférés et hypertrophiés constituent un réseau dans les mailles duquel se trouvent emprisonnés des leucocytes mono et poly-nucléaires à noyaux fragmentés. Nos préparations, d'une part, confirment les constatations récentes de Cornil sur les modifications des cellules endothéliales dans les inflammations (*Arch. de méd. expér.;* 1897, n° 1), mais ils prouvent encore que ce réseau cellulaire est destiné à produire des bourgeons vasculaires sous forme de cellules géantes et des vaisseaux de nouvelle formation, à l'intérieur desquels se rencontrent maintenant les gros paquets de bacilles filamenteux, ramifiés et en train de prendre une disposition radiaire, entourés d'une zone de leucocytes à noyaux fragmentés et renfermant des bacilles.

» Les lapins, sacrifiés trente jours après l'infection, présentent un épaississement inégal, nodulaire, dur, gris jaunâtre des méninges de toute une

hémisphère. On y trouve la même structure fine que dans les méninges de dix jours.

» Nous nous bornerons, pour le moment, à signaler la modification particulière subie par les paquets de bacilles.

» Chaque paquet de $0^{\mu},04$ à $0^{\mu},08$ de diamètre présente un centre occupé par une substance colorée en rouge diffus par le procédé de Ehrlich; on peut toutefois y distinguer clairement un réseau de filaments ramifiés ayant l'aspect d'un mycèle de la grosseur du bacille de la tuberculose ou un peu plus épais et émettant des ramifications terminales granuleuses, un peu épaissies vers la périphérie. Ce mycèle central est entouré par une zone très régulière de crosses, souvent en rapport avec les ramifications terminales des bacilles, ne se colorant pas par le procédé de Ehrlich et ayant les dimensions des crosses de l'actinomyces.

» De même que dans l'actinomycose, on y rencontre des crosses et des gouttes hyalines de même nature, isolées entre les cellules du voisinage ou incluses à leur intérieur ; ces cellules renferment encore souvent des bacilles de tuberculose plus ou moins bien conservés.

» Si la culture pure qui a servi à l'infection des animaux, la coloration typique, d'après Ehrlich, des filaments du mycèle et des bacilles isolés, si enfin le développement du processus n'étaient pas là pour nous documenter sur la nature tuberculeuse de ces graines actinomycotiques, nous aurions pu penser à une infection combinée de l'actinomyces et de la tuberculose.

» Par les différents procédés recommandés pour la mise en évidence de l'actinomyces nous avons pu colorer les colonies radiées. La méthode de Babès, à la safranine-aniline-iode, permet une coloration isolée de l'actinomyces tuberculeux et des crosses, tandis que les tissus environnants restent incolores. Par le procédé de Gram on ne réussit de colorer que le réseau central et un certain nombre de bacilles de la surface des méninges, tandis que les crosses, de même que celle de l'actinomyces, ne se colorent qu'exceptionnellement. Les crosses résistent bien à l'action des acides et des alcalis et peuvent être mises en évidence par les procédés usuellement employés pour la coloration de l'actinomyces.

» Il faut donc placer le bacille de la tuberculose définitivement dans le même groupe que l'actinomyces. »

M. **Léon Malo**, à propos d'un procédé de dosage de l'asphalte par le sulfure de carbone, décrit par M. Stanislas Meunier dans une Note du

28 décembre 1896, rappelle que, dans son Ouvrage sur l'asphalte en 1888, il avait fait connaître ce procédé et qu'il en avait indiqué le principe dès 1879 dans les *Annales des Ponts et Chaussées*.

M. **Delauney** adresse une Note sur les étoiles et conclut de son travail que « les étoiles dont on connaît les distances paraissent se grouper autour de Sirius, à des distances observant les mêmes lois que les distances des planètes inférieures du système solaire ».

M. **Serge Socolow** adresse une Note sur les grandeurs des rayons des orbites planétaires.

M. **Lechappe** propose un perfectionnement pour la production de l'acétylène au moyen du carbure de calcium.

La séance est levée à 4 heures trois quarts. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 29 mars 1897.

Le four électrique, par M. Henri Moissan, de l'Institut. Paris, G. Steinheil, 1897; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Bulletin mensuel du Bureau central météorologique de France, publié par E. Mascart, Directeur du Bureau central météorologique. Année 1897. N° 1. Janvier 1897. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1897; 1 fasc. in-4°.

Annales agronomiques, publiées sous les auspices du Ministère de l'Agriculture, par M. P.-P. Dehérain, Membre de l'Institut, Professeur de Physiologie végétale au Muséum d'Histoire naturelle, etc. Tome XXIII. 25 mars 1897. Paris, Masson et Cie; 1 fasc. in-8°.

L'éclairage à l'Acétylène : historique ; fabrication ; appareils ; applications ; dangers ; par Georges Pellissier. Paris, Georges Carré et C. Naud, 1897 ; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Moissan.)

Manuel pratique et simplifié d'analyse des urines et autres sécrétions organiques, par E. Liotard, Membre de la Société chimique de Paris, etc. Paris, A. Maloine, 1897 ; 1 vol. in-12.

Mémoires de l'Académie des Sciences, Inscriptions et Belles-Lettres de Toulouse. Neuvième série. Tome VIII. Toulouse, Douladoure-Privat, 1896 ; 1 vol. in-8°.

Bibliographie des travaux scientifiques (Sciences mathématiques, physiques et naturelles), *publiés par les Sociétés savantes de France,* dressée sous les auspices du Ministère de l'Instruction publique par J. Deniker, Bibliothécaire du Muséum d'Histoire naturelle. Tome I. 2e livraison. Paris, Imprimerie nationale, 1897 ; 1 vol. in-4°.

Le portrait original de d'Alembert. Notice par Armand Gasté, Président de la Société des Beaux-Arts. Caen, Ch. Valin, 1896 ; 1 broch. in-8°.

La Radiographie. Rédacteur en chef : Dr Paulin Méry. 1re année. Nos 1 et 2. Paris, Petit et Cie ; 2 broch. in-8°.

Observatoire magnétique et météorologique de Zi-Ka-Wei (Chine), fondé et dirigé par les Missionnaires de la Compagnie de Jésus. *Bulletin mensuel.* Tome XXI. Année 1895. Chang-Hai, 1897 ; 1 vol. in-4°.

Fennia. 12. *Bulletin de la Société de Géographie de Finlande.* Helsingfors, 1896 ; 1 vol. in-8°.

Ouvrages reçus dans la séance du 5 avril 1897.

Bulletin de la Société d'encouragement pour l'Industrie nationale, publié sous la direction des Secrétaires de la Société, MM. Collignon et Aimé Girard. Mars 1897. Paris, Chamerot et Renouard ; 1 vol. in-4°.

Annales de Chimie et de Physique, par MM. Berthelot, Friedel, Mascart, Moissan. Avril 1897. Paris, Masson et Cie 1897 ; 1 fasc. in-8°.

Bulletin astronomique, fondé en 1884 par E. Mouchez et F. Tisserand. Publié par l'Observatoire de Paris. Commission de rédaction : H. Poincaré, Président ; G. Bigourdan, O. Callandreau, H. Deslandres, R. Radau. Tome XIV. Mars 1897. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1897 ; 1 fasc. in-8°.

Revue générale des Sciences pures et appliquées, Directeur : Louis Olivier. 30 mars 1897. Paris, G. Carré et C. Naud ; 1 fasc. gr. in-8°.

Bulletin de la Société internationale des Électriciens. Tome XIV. Mars 1897. Paris, Gauthier-Villars et fils ; 1 fasc. gr. in-8°.

Société des Ingénieurs civils de France, Congrès de 1896. Paris, Chaix, 1897 ; 1 fasc. in-8°.

Bulletin de l'Académie de Médecine, publié par MM. J. BERGERON, Secrétaire perpétuel, CADET DE GASSICOURT, Secrétaire annuel. Séance du 30 mars 1897. Paris, Masson et Cie; 1 fasc. in-8°.

La Nature. Revue des Sciences et de leurs applications aux Arts et à l'Industrie. Directeur : HENRI DE PARVILLE. 3 avril 1897. Paris, Masson et Cie; 1 fasc. gr. in-8°.

Journal du Ciel, couronné par l'Académie des Sciences. Directeur : JOSEPH VINOT. Mai 1897. 1 fasc. gr. in-8°.

Description géologique de Java et Madoura, par le Dr R. D. M. VERBECK et R. FENNEINA, Ingénieur en chef des Mines des Indes Néerlandaises. Tomes I et II. Amsterdam, Joh. G. Stemler Cz., 1896; 2 vol. avec Atlas in-f°.

Bulletin de l'Académie Impériale des Sciences de Saint-Pétersbourg. 5e série. Tome VI. N° 2. Février 1897. Saint-Pétersbourg; 1 vol. in-4°.

ERRATA.

(Tome CXXIV, Séance du 29 mars 1897.)

Note de MM. *E.-L. Bouvier* et *H. Fischer*, sur l'organisation et les affinités des Pleurotomaires :

Page 696, lignes 30 et 31, *au lieu de :* le connectif cérébro-palléal aboutit à l'extrémité de la partie pédieuse, *lisez :* le connectif cérébro-palléal aboutit à l'extrémité de la partie palléale, le connectif cérébro-pédieux à l'extrémité de la partie pédieuse.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SEANCE DU LUNDI 12 AVRIL 1897,

PRÉSIDENCE DE M. A. CHATIN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts** adresse une ampliation du Décret par lequel le Président de la République approuve l'élection que l'Académie a faite de M. *Radau* pour remplir la place devenue vacante dans la Section d'Astronomie, par suite du décès de M. *Tisserand*.

Il est donné lecture de ce Décret.

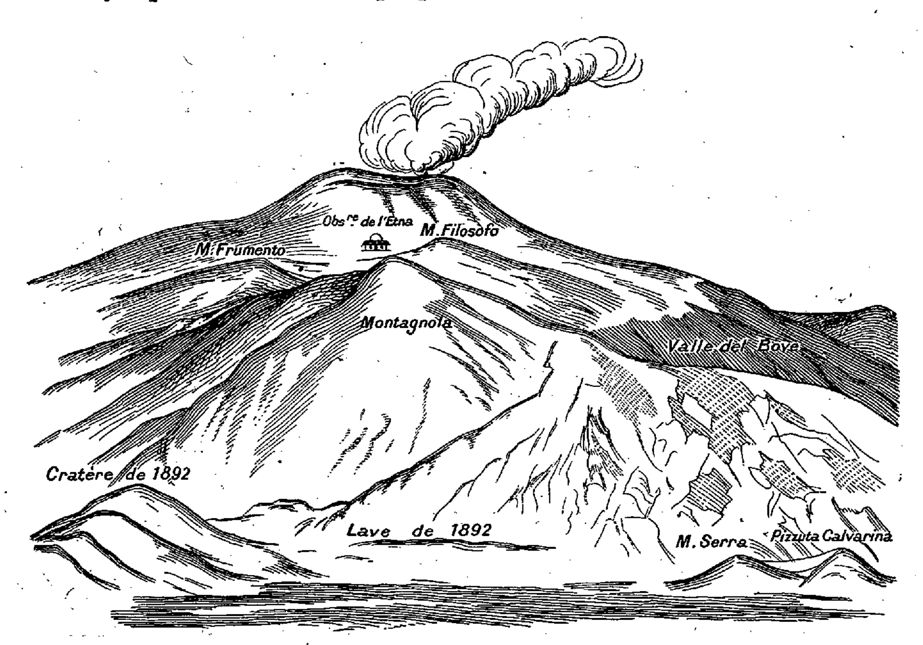
Sur l'invitation de M. le Président, M. **Radau** prend place parmi ses Confrères.

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur l'observatoire de l'Etna, d'après les observations de M. Riccò*. Note de M. **H. Faye**.

« M. Riccò m'a prié de présenter à l'Académie un Ouvrage intitulé : *Saggio di Meteorologia dell' Etna di A. Riccò e G. Saija* et un autre ayant

pour titre : *Stato presente dei fenomeni endogeni nelle Eolie*. C'est ce dont je vais m'occuper après un retard tout à fait involontaire.

» Cet observatoire a été construit, sur les idées de M. le professeur Tacchini, en vue de recherches spéciales n'ayant pas besoin de continuité. Il a été restauré en 1891, à la suite de désastres causés par les intempéries et par l'éruption de 1886. Aujourd'hui on y a placé un équatorial de $5^m,50$ de longueur focale et divers instruments météorologiques. Les observations s'y font régulièrement, sauf en hiver, époque où les interruptions sont inévitables. Cette année, un télégraphe ou un téléphone sera installé au moins jusqu'à Nicolosi, ce qui permettra de régulariser les travaux.



» On y vient de Catane par route carrossable jusqu'à Nicolosi (700^m), par voie de mulets jusqu'à la *Casa del Bosco* (1440^m), puis par des sentiers plus ou moins visibles et praticables. L'été, on arrive par mulets jusqu'à la porte même de l'observatoire. L'hiver, les mulets vont rarement au delà de la *Casa del Bosco* et l'on fait le reste de la route sur la neige ordinairement molle et fatigante. L'observatoire est alors enterré sous 2^m et même 5^m de neige, en sorte qu'il y faut entrer par une fenêtre du premier étage. On peut dire que l'ennemi est, non le volcan, mais la neige. Du reste, il n'y a pas de mal de montagne dont on ne puisse se débarrasser par l'accoutumance.

» Voici la position de l'observatoire :

Altitude	2942^m
Latitude	37°44',3
Longitude	2°33',8 (Rome)

» Il est situé à 1^{km} du bord méridional du cratère central, lequel a 3313^m de hauteur et domine, par conséquent, l'observatoire de 371^m au nord-nord-ouest.

	Température moyenne.
Hiver	— 6°,6
Printemps	— 1,5
Été	+ 7,3
Automne	+ 2,7
Année	+ 0,4

» La température calculée de la cime est de 2°,2 plus basse. La mesure directe de cette température a donné 0°,6 en plus; c'est là l'effet du réchauffement dû au cratère.

	Données météorologiques.	
Température moyenne	+ 0°,4	
Catane	+ 17,6	Altitude 65^m
Pression	$533^{mm},9$	
Tension de la vapeur	$3^{mm},2$	
Humidité relative	65	
Vent dominant	NO	
Précipitation	37 *g*	

	Observatoires	
	de l'Etna.	de Catane.
Épaisseur de la raie atmosphérique α	1,7	1,4
Intensité de la zone δ	0,5	0,4
Intensité de la *Rain Band*	0,5	1,2

» Les manifestations électriques sur l'Etna sont rares et ont lieu spécialement en automne. Sur la *Casa Inglese*, depuis 1810, on n'est pas certain que la foudre y soit tombée une seule fois. L'observatoire de l'Etna, qui a été construit au-dessus de cette ancienne cabane, n'a jamais été frappé, quoiqu'il n'y ait pas de paratonnerre et que la grande masse métallique de la coupole et celle de la toiture en zinc soient dépourvues de toute communication métallique avec le sol. Cette rareté ne paraît pas dépendre de celle de la vapeur d'eau, car sur les Alpes, où cette vapeur est encore plus rare, il y a souvent d'imposantes manifestations électriques. Pour l'Etna, il y a cer-

tainement à tenir compte de l'action protectrice du cratère central, dont le grand panache de fumée et de vapeur chaude agit silencieusement comme un gigantesque paratonnerre. »

PHYSIQUE. — *Sur la loi de la décharge dans l'air de l'uranium électrisé;* par M. **Henri Becquerel.**

« Dans les recherches dont j'ai communiqué à l'Académie les principaux résultats, j'ai montré que, par un effet du rayonnement qui lui est propre, l'uranium métallique ne conserve pas une charge électrique qui lui est communiquée.

» La décharge se produit par l'air ou par le gaz ambiant, qui paraît être un intermédiaire nécessaire. Lorsqu'on dispose dans le vide une boule d'uranium métallique convenablement isolée et chargée d'électricité, la déperdition spontanée s'annule ou du moins devient de l'ordre de grandeur de la déperdition par les supports.

» Je communiquerai ultérieurement les résultats obtenus dans divers gaz et à diverses pressions. J'indiquerai seulement dans la présente Note la loi de déperdition de l'électricité par l'uranium, en fonction du temps, et du potentiel des corps électrisés.

» Dans une précédente Communication ([1]), j'ai déjà indiqué que, pour les faibles potentiels, la fonction qui lie le potentiel et le temps était analogue à celle qui exprime le refroidissement des corps, c'est-à-dire que la vitesse de chute du potentiel, $-\frac{dV}{dt}$ était sensiblement proportionnelle au potentiel V; au contraire pour les potentiels élevés la valeur de $\frac{dV}{dt}$ augmente très lentement avec le potentiel et tend vers une constante. Les expériences présentes montrent comment se concilient ces deux lois limites.

» Les nombres qui suivent sont relatifs à la variation spontanée, avec le temps, du potentiel d'une sphère d'uranium métallique, de $13^{mm},7$ de diamètre, isolée, et en relation avec l'aiguille d'un électromètre à quadrants isolé par de la paraffine.

» La quantité d'électricité $\frac{dQ}{dt} = C\frac{dV}{dt}$ qu'un système électrisé perd en une seconde est à la fois fonction de la capacité C et de la vitesse de chute

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXIV, p. 444; 1897.

du potentiel; aussi, pour que les variations du potentiel mesurent le débit d'électricité, est-il nécessaire que la capacité du système reste constante.

» Cette condition est remplie par l'aiguille de l'électromètre, lorsque le déplacement angulaire de celle-ci est proportionnel à son potentiel, et lorsque les potentiels des quadrants restent constants; il est facile de le démontrer. Mais si d'une série à une autre on fait varier la charge des quadrants pour faire varier la sensibilité de l'instrument, la capacité de l'aiguille change, et les résultats obtenus dans les mesures ne sont plus directement comparables.

» Ces diverses conditions et, en particulier, la difficulté, soit de maintenir suffisamment constantes les faibles capacités des systèmes étudiés, soit de mesurer ces capacités, ont rendu les mesures assez délicates. On a représenté graphiquement les résultats obtenus, et on a tracé des courbes moyennes qui éliminent en partie les erreurs accidentelles dues aux imperfections de l'électromètre.

» L'isolement électrique n'étant pas complet, on a étudié séparément la déperdition par les supports, et la vitesse de déperdition par cette cause a été retranchée de la vitesse observée pour avoir l'effet dû à l'uranium.

» Les piles qui ont servi à graduer l'instrument étaient des piles à zinc, cuivre, eau et glycérine, montées depuis plusieurs années; chaque élément valait, en moyenne, $0^{\text{volt}},93$. Les nombres suivants sont donnés en prenant ces éléments de pile pour unité de potentiel.

» Avec une première disposition, les quadrants étant chargés par une pile de 64 éléments dont le milieu était à la Terre, on a eu les nombres suivants qui résument de nombreuses mesures.

	Chute de potentiel en une seconde	
Potentiels.	observée.	corrigée.
35,25	0,1940	0,187
32,15	0,1884	0,182
29,0	0,1843	0,179
27,4	0,1770	0,175
21,2	0,1670	0,164
17,8	0,1615	0,159
14,5	0,1535	0,152
11,32	0,1384	0,137
8,12	0,1191	0,118
5,70	0,1018	0,101
4,05	0,0880	0,088
2,43	0,0609	0,061
1,20	0,0340	0,034

» Une seconde série a été faite dans des conditions un peu différentes en chargeant les quadrants avec une pile de 8 éléments, dont le milieu était à la Terre. La sensibilité étant moindre, on a eu des déviations de l'aiguille dans les mêmes limites que les précédentes, mais pour des potentiels plus élevés. Les résultats obtenus sont résumés dans les nombres suivants :

	Chute de potentiel en une seconde	
Potentiels.	observée.	corrigée.
227	0,2778	0,233
206,5	0,2744	0,233
175,5	0,2673	0,232
145	0,2592	0,230
114	0,2470	0,224
93,8	0,2376	0,219
72,6	0,2253	0,211
62,3	0,2188	0,206
52	0,2103	0,199
36,5	0,1929	0,185
26,2	0,1754	0,170

» Ces nombres sont très sensiblement représentés dans les deux séries par l'expression

$$\frac{dV}{dt}\left(a + \frac{b}{V}\right) = -1.$$

» On a trouvé, pour a et b, les valeurs $a = 4,53$ et $b = 31$ dans la première série, et $a = 4,06$, $b = 47$ dans la seconde.

» Une autre série, qui n'est pas rapportée ici, avait donné $a = 4,6$ et $b = 20$. Les divergences entre ces nombres sont dues en partie aux erreurs d'expérience; le coefficient a est mieux déterminé que b.

» Il est facile de voir que les coefficients a et b doivent être proportionnels à la capacité du système; en effet, le débit $-C\frac{dV}{dt}$ d'électricité par la surface de la sphère doit être fonction seulement de la différence du potentiel entre cette sphère et le milieu ambiant; on doit donc avoir, pour des systèmes de capacités C et C',

$$C\left(\frac{dV}{dt}\right) = C'\left(\frac{dV}{dt}\right)',$$

d'où l'on déduit immédiatement

$$\frac{a}{C} = \frac{a'}{C'} = \alpha \qquad \text{et} \qquad \frac{b}{C} = \frac{b'}{C'} = \beta,$$

α et β étant des valeurs qui dépendent des surfaces d'émission et du milieu ambiant.

» L'expérience prouve, du reste, cette proportionnalité.

» En adjoignant à l'aiguille de l'électromètre une sphère de $8^{cm},11$ de rayon, la capacité a été augmentée dans le rapport de 0,33 à 1, et la valeur $\frac{dV}{dt}$ a été réduite à 0,328 de sa valeur.

» L'expression précédente montre que, si le potentiel V est petit, le terme $\frac{b}{V}$ est grand par rapport à a, et que l'on tend vers l'expression

$$\frac{1}{V}\frac{dV}{dt} = -\frac{1}{b},$$

tandis que si V est très grand, le terme $\frac{b}{V}$ devient très petit et l'on a sensiblement

$$\frac{dV}{dt} = -\frac{1}{a},$$

ainsi que le prouve l'expérience.

» On voit aussi que les grandeurs absolues des potentiels pour lesquelles le terme $\frac{b}{V}$ ou $\frac{\beta C}{V}$ est grand ou petit par rapport au coefficient αC, varient comme la capacité du système.

» A l'occasion de cette Note, je signalerai à l'Académie que les sels d'urane que je conserve depuis plus d'un an, à l'abri de tout rayonnement connu, continuent à émettre avec une intensité à peine décroissante des radiations qui donnent des impressions photographiques au travers des corps opaques. »

BOTANIQUE. — *Sur les Inséminées à nucelle nu, formant la subdivision des Integminées ou Anthobolinées;* par M. **Ph. van Tieghem.**

« Les Inséminées à ovules pourvus d'un nucelle, mais encore dépourvus de tégument autour de ce nucelle, sont toutes stigmatées, dicotylées et climacorhizes, et se placent, sous ce rapport, à côté des Inovulées et des Innucellées. Elles sont, jusqu'à présent, très peu nombreuses, et ne forment qu'une seule famille, les Anthobolacées, qui ne comprend elle-même que quatre genres.

» La fleur a un calice dialysépale et un androcée formé d'étamines en même nombre que les sépales, auxquels elles sont superposées. Il n'y a pas de corolle; ces plantes correspondent donc aux Viscales chez les Inovulées et aux Santalales chez les Innucellées. Le pistil y est indépendant des deux verticilles externes, et l'ovaire est, en conséquence, supère. Il est uniloculaire dans toute sa longueur et renferme, inséré à sa base, c'est-à-dire à la base de l'un des carpelles qui le composent, un ovule orthotrope dressé sans tégument. La cellule mère de l'endosperme y prend naissance sous l'épiderme, au sommet même. Son extrémité supérieure digère bientôt l'épiderme et proémine au dehors, où elle s'élargit beaucoup sous la base du style, et c'est là qu'elle reçoit l'action du tube pollinique. Le fruit est une drupe à exocarpe plus ou moins charnu, avec albumen et embryon oléagineux.

» Le corps que l'on vient de décrire comme un ovule dressé a été considéré par divers botanistes, et encore récemment par M. Hieronymus, en 1889 (¹), comme un placente central libre portant au sommet un seul ovule pendant, peu développé. Il est certain qu'il ne porte pas trace d'ovule pendant. D'autre part, la constante unité de la cellule mère d'endosperme et sa situation axile montrent qu'il s'agit bien ici d'un simple ovule et non pas d'un placente central libre sans ovules, comme il en existe un, par exemple, chez les Nuytsiacées, les Arceuthobiacées, les Ginalloacées et les Hélosacées, parmi les Loranthinées.

» De savoir maintenant si l'ovule orthotrope, dressé et nu, qui caractérise ces plantes, est un nucelle porté par un lobe foliaire très court ou si c'est simplement le lobe foliaire lui-même dépourvu de nucelle, c'est une question difficile à résoudre directement dans ce cas particulier. Si, après quelque hésitation (²), j'adopte ici la première manière de voir, c'est à cause de l'absence, dans l'intérieur du corps de l'ovule, de toute trace de faisceau libéroligneux. Il se comporte donc, sous ce rapport, comme un nucelle, non comme un lobe foliaire.

» Cette solution a un autre avantage. C'est de donner, si peu nombreux qu'ils soient encore, du moins quelques représentants au groupe des Nucellées integminées, groupe dont on est amené à admettre l'existence, mais qui jusqu'à présent n'en a pas de plus certains.

» Ainsi établie, la subdivision des Integminées peut être désignée,

---

(¹) Hieronymus in Engler : *Nat. Pflanzenfam.*, t. III, 1, p. 212; 1889.
(²) Voir *Bull. de la Soc. bot.*, t. XLIII, p. 562; 1896 et t. XLIV; 1897.

parallèlement aux deux précédentes, d'après sa famille constitutive, sous le nom de *Anthobolinées*. »

ANATOMIE. — *Morphologie du sternum et des clavicules.* Note de M. **Armand Sabatier.**

« L'origine et la signification morphologique de l'appareil sternal des Vertébrés est une question encore non résolue. Pour les uns (Parker, Götte, Kölliker, Hoffmann, Ruge, Gegenbaur, etc.) le sternum provient directement des côtes vertébrales. Pour d'autres (Bruch, etc.) le sternum a été d'abord une formation autonome, qui s'est réunie plus tard aux côtes. Les arguments invoqués de part et d'autre ne sont pas concluants, parce qu'ils reposent sur l'étude de systèmes sternaux déjà très modifiés par l'évolution, et non sur une notion exacte de l'origine première et de la signification morphologique de l'appareil sternal.

» Cet appareil comprend deux ordres de parties : les pièces sternales impaires et médianes, et les côtes sternales, paires et latérales, qui s'unissent aux premières dans l'intervalle de deux pièces successives. Les côtes sternales vont le plus souvent, mais non toujours, s'articuler avec les côtes vertébrales.

» C'est chez les Reptiles, et particulièrement chez les Crocodiliens et le *Hatteria,* que nous trouverons les éléments d'une solution satisfaisante de la question de l'origine et de la signification morphologique des parties du sternum. Chez le Crocodile, en effet, se rencontre un appareil sternal abdominal, qui, dépourvu de toute relation directe avec les côtes vertébrales, se trouve réduit à ses éléments propres. Il est constitué par une double série d'arcs osseux venant converger en avant et en dedans sur la ligne médiane et exactement comparables aux arcs pubiens dont ils continuent la série en avant. Mais si les arcs pubiens, ou mieux la ceinture pelvienne, ne sont autre chose que des interépineux ventraux dédoublés (voir ma Note dans les *Comptes rendus* du 20 janvier 1896), il en résulte que les arcs de l'appareil sternal ne sont eux-mêmes que des interépineux ventraux dédoublés.

» Le sternum du Crocodile permet de suivre les transformations. Les arcs sternaux abdominaux de chaque côté se divisent en deux segments : l'un interne qui aboutit à la ligne médiane, où il s'accole à son congénère; l'autre externe, qui chevauche sur le premier. Les segments internes se redressent à mesure que l'on approche du thorax, et finissent par devenir

longitudinaux. Ils s'unissent entre eux et forment, à la région thoracique, deux bandelettes, l'une à droite et l'autre à gauche de la ligne médiane. Ces bandelettes présentent des encoches latérales externes sur lesquelles s'insèrent les segments externes, qui sont devenus les côtes sternales. Les segments internes sont donc les pièces sternales. On retrouve d'ailleurs, dans l'arc pubien lui-même, un segment interne, l'épipubis, et un segment externe, le corps pubien, exactement comparables aux segments des arcs sternaux et abdominaux.

» Chez le *Hatteria*, non seulement les arcs sternaux abdominaux se divisent en deux segments, l'un interne et l'autre externe, mais les segments internes représentant les pièces sternales se dédoublent dans le sens antéro-postérieur.

» A la région thoracique, les pièces sternales deviennent coalescentes et forment le sternum rhomboïdal. Ainsi, la série des interépineux ventraux, très généralement interrompue au niveau de l'abdomen, est, au contraire, continue chez les Crocodiles, chez le *Hatteria* et quelques autres Reptiles.

» L'appareil sternal est donc une transformation de la série des interépineux ventraux qui correspondent soit à toute la longueur de la cavité viscérale, soit seulement à sa portion antérieure ou thoracique. Il n'est donc pas une dépendance directe des côtes vertébrales. Sa formation est liée à la disposition métamérique du Vertébré et non à une continuation directe des côtes.

» D'ailleurs, chez les Amphibiens, dont beaucoup possèdent un sternum, ce dernier est toujours sans relation avec les côtes. Cela se voit bien même chez le Pipa qui possède avec un sternum bien formé deux côtes thoraciques bien plus longues que les autres.

» Mais chez les Vertébrés supérieurs aux Amphibiens, il existe souvent, au-devant de la ceinture thoracique, une ou rarement plusieurs côtes sternales qui sont libres de toute attache avec les côtes vertébrales. Ces côtes sternales préthoraciques ne sont autre chose que la ou les clavicules.

On cherche encore la signification morphologique de la clavicule, et bien des théories ont été émises sur ce point. La plus répandue, et qui a été développée surtout par l'école de Gegenbaur, c'est que la clavicule n'appartient pas au squelette primaire, et qu'elle est originairement un os dermique qui s'est peu à peu introduit dans le squelette interne et est devenu un os de cartilage. C'est là une opinion qui, à mon sens, ne saurait prévaloir. Chez les Reptiles, les Oiseaux et les Mammifères, les seuls Ver-

tébrés chez lesquels se trouve une vraie clavicule, cet os est bien réellement un os de cartilage; car si le premier point d'ossification de la clavicule apparaît dans un tissu où les caractères cartilagineux sont encore peu accentués, cela tient, non, comme l'a cru Gegenbaur, à ce que la clavicule a été autrefois un os dermique, mais à ce que la clavicule s'ossifiant avant toutes les autres parties du squelette, son premier point osseux se forme au sein d'une région moyenne où la différenciation cartilagineuse est encore peu avancée. Mais les extrémités de l'os qui ne s'ossifient que plus tard ont le temps d'acquérir la structure du cartilage parfait. La clavicule est donc un os de cartilage, au même titre que les autres côtes sternales.

» On peut en dire autant de l'interclavicule que l'on a essayé de détacher aussi de l'appareil sternal. Elle n'est, en réalité, qu'une pièce sternale dans la formation de laquelle l'ossification périchondrale prend parfois une place plus importante que dans le reste du sternum. L'interclavicule, qu'il est inutile et impossible de distinguer de l'épisternum, n'est qu'un segment sternal situé en avant de la première côte sterno-vertébrale, ou en avant du système coracoïdien, quand ce dernier est bien développé. L'interclavicule n'est que le segment interne d'un interépineux antérieur à la ceinture thoracique, segment sur lequel viennent reposer les clavicules qui ne sont à leur tour que les segments externes du même interépineux dédoublé.

» Chez les Mammifères autres que les Monotrèmes, l'interclavicule s'est soudée et confondue avec la première pièce sternale pour former le manubrium. Les cartilages interarticulaires sterno-claviculaires de l'Homme et des Singes, que Gegenbaur a désignés comme parties externes de l'épisternum, n'ont aucun droit à cette détermination. Ils ne représentent pas plus un os spécial que ne le font les cartilages interarticulaires, temporo-maxillaires, et fémoro-tibiaux. Ce sont des conformations spéciales réalisées en vue des pressions énergiques et fréquentes subies par l'articulation.

» L'interclavicule ou épisternum représente donc réellement une pièce sternale médiane et impaire, et les clavicules ne sont que les côtes sternales correspondantes. Celles-ci, ne trouvant pas une côte vertébrale correspondante pour s'unir à elle, vont s'appuyer sur la côte sternale qui les précède, c'est-à-dire sur le bord antérieur de l'arc ou ceinture thoracique qui est occupé par l'aile scapulaire. Une relation analogue existe pour les côtes vertébrales postérieures qui, ne trouvant pas à s'unir à une côte sternale correspondante, s'appuient les unes sur les autres et forment ce qu'on appelle très improprement les *fausses côtes*.

» Les doubles clavicules du Lézard vert et des Scinques montrent fort bien cette relation d'appui réciproque. Elles représentent ainsi deux côtes sternales préthoraciques.

» Mais, si telle est la valeur morphologique des clavicules, il faut reconnaître que les Poissons n'ont pas de clavicule dans le sens exact et précis de ce mot. La position de leur ceinture thoracique, que l'on a appelée ainsi, n'a rien de commun avec la clavicule des autres Vertébrés. C'est, en effet, une ossification cutanée qui provient de l'armature cutanée de l'interépineux correspondant. Cette ossification cutanée, qui borde la crête précoracoïdienne, a été prise à tort pour une clavicule; et cette erreur a très probablement contribué à faire penser à tort que la clavicule était à son origine un os dermique.

» On ne retrouve pas non plus la clavicule chez les Amphibiens; et il n'y a aucune bonne raison pour considérer leur précoracoïde comme une clavicule ou comme supportant une clavicule.

» D'autres parties du squelette des Vertébrés appartiennent, comme le sternum et les clavicules, au système des interépineux. Je les étudierai dans une prochaine Note. »

BOTANIQUE. — *Interprétation des parties de l'anthère; l'ovaire dans le genre* Lepidoceras. Note de M. D. Clos.

« Dans les deux dernières séances de l'Académie, M. Van Tieghem a communiqué sur les Phanérogames inséminées un important travail qui m'a paru comporter quelques observations afférentes à l'étamine et à l'ovule.

» I. On y lit, dans la Communication du 22 mars (*Comptes rendus*, p. 591) : « Le limbe de l'étamine qui est l'anthère produit d'abord, par » un cloisonnement local de son exoderme, des cellules spéciales nom- » mées *grains de pollen*... ». Et, plus explicite encore, l'auteur, dans ses *Éléments de Botanique*, publiés en 1886, écrivait, Tome I, page 309 : « L'étamine est, comme on sait, une feuille à pétiole grêle (filet) dont le » limbe peu développé (connectif) porte, en général, sur sa surface supé- » rieure et de chaque côté deux sacs polliniques).

» Le limbe de l'étamine serait donc ou l'anthère ou le connectif.

» Or, des recherches consignées dans trois Mémoires successifs, en 1866, 1877 et 1890, sous les titres : *la Feuille florale et l'anthère, la Feuille*

florale et le filet staminal, Individualité des faisceaux fibro-vasculaires des appendices des plantes ([1]), m'avaient conduit aux conclusions suivantes :

» 1° Le filet de l'étamine ne représente que très exceptionnellement le pétiole de la feuille; dans nombre de polypétales il correspond au pétale linéaire, à la nervure médiane ou à une étroite bande longitudinale du pétale large et sessile, à l'onglet du pétale longuement onguiculé (Silénées, plusieurs Crucifères); il en est de même du filet joint au connectif quand ils sont continus l'un à l'autre (Renonculacées, Berbéridées, etc.).

» 2° Chez les polypétales à androcée polyadelphe, les vaisseaux staminaux ont très fréquemment aussi leurs analogues dans la nervation longitudinale des pétales, le nombre des nervures de ceux-ci ayant parfois de grands rapports avec celui des phalanges correspondantes.

» 3° L'anthère, soit sessile, soit dorsifixe oscillante, et, en ces deux cas, considérée dans sa totalité, soit basifixe prolongeant le filet et alors envisagée quant aux loges, est une formation indépendante ou sans analogue dans l'organisme végétal, trouvant son équivalent dans le nucelle de l'ovule, deux créations nouvelles également nécessitées par l'importance et la corrélation des fonctions sexuelles auxquelles elles sont appelées.

» P. Duchartre, en 1885, dans la troisième et dernière édition de ses *Éléments de Botanique*, après avoir rapporté l'opinion que l'*on admet généralement* sur la nature du filet et de l'anthère, la fait suivre de la mienne sans commentaires (p. 634-635).

» II. Dans sa deuxième Communication du 29 mars dernier, M. Van Tieghem écrit, p. 656-657 des *Comptes rendus :* « L'absence d'ovules (dans » ses Inovulés ou Loranthinées), qui est le caractère propre du vaste » groupe ainsi constitué, a été établi par moi en 1869 pour les Guis » (*Viscum*), contrairement à l'opinion alors régnante, défendue notam» ment par Hofmeister. »

» Mais, dans ma collaboration à la Flore du Chili (*Flora chilena* de Claude Gay), chargé de décrire, entre autres familles, celle des Loranthacées, je constatais dès 1847 que, dans le genre *Lepidoceras* de ce groupe naturel, l'ovaire à l'état jeune est plein et dépourvu d'ovules : « *Ovarium* » *in flore juniore oblongo-obconicum, læve,* FARCTUM *rarius subexcavatum,* » EXOVULATUM (t. III, p. 163) »; et cette absence à la fois de cavité et d'ovule est représentée sur les coupes d'ovaire reproduites dans l'Atlas de

([1]) *Mémoires de l'Académie des Sciences, Inscriptions et Belles-Lettres de Toulouse.*

l'Ouvrage, table 32, et afférentes à deux espèces, les *Lepidoceras punctulatum* Clos (*fig.* 2) et *squamiferum* Clos (*fig.* 4).

» De plus, dès 1854 paraissait dans le *Bulletin de la Société botanique de France*, t. I, p. 213, une Note sous le titre : *De la nécessité de distinguer deux sortes d'ovaires, les ovaires pleins et les ovaires creux*. J'y rappelle que, dès 1839, J. Decaisne, dans son *Mémoire sur le Gui*, déclarait avoir trouvé l'ovaire du parasite « toujours d'un tissu homogène et sans la moindre » apparence de cavité intérieure que l'on puisse comparer à une loge », assertion confirmée par les dessins de cet éminent botaniste. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions de prix chargées de juger les concours de 1897.

Le dépouillement des scrutins donne les résultats suivants :

Prix Philipeaux (*Physiologie expérimentale*). — MM. Marey, d'Arsonval, Bouchard, Chauveau, Ranvier.

Prix Montyon (*Arts insalubres*). — MM. Armand Gautier, Schützenberger, Troost, Schlœsing, Moissan.

Prix Cuvier. — MM. Milne-Edwards, Fouqué, de Lacaze-Duthiers, Blanchard, Marcel Bertrand.

Prix Trémont. — MM. J. Bertrand, Berthelot, Faye, Sarrau, Cornu.

Prix Gegner. — MM. J. Bertrand, Berthelot, Hermite, Darboux, Mascart.

Prix Petit-d'Ormoy (*Sciences mathématiques*). — MM. Hermite, Darboux, Poincaré, Picard, Jordan.

Prix Petit-d'Ormoy (*Sciences naturelles*). — MM. Milne-Edwards, Blanchard, Van Tieghem, Chatin, Bornet.

Prix Tchihatchef. — MM. Milne-Edwards, Grandidier, Bouquet de la Grye, Guyou, Marcel Bertrand.

Prix Gaston Planté. — MM. Cornu, Mascart, Lippmann, Becquerel, Violle.

Prix Cahours. — MM. Friedel, Moissan, Troost, Berthelot, Schützenberger.

Prix Saintour. — MM. Bertrand, Berthelot, Lœwy, Milne-Edwards, Friedel.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **A. Poincaré** soumet au jugement de l'Académie un Mémoire ayant pour titre : « Discussion des hauteurs barométriques de la zone 10°-30° N, en 1883. »

(Commissaires : MM. Bouquet de la Grye, Radau.)

M. **F. Lacerer** adresse une Note sur un projet de « Gouvernail intérieur pour navire aérien ».

(Renvoi à la Commission des Aérostats.)

M. **Sarrazin** transmet à l'Académie, par l'entremise de M. le Ministre de la Guerre, un Mémoire « sur une liane à gutta percha ».

(Renvoi à la Section de Botanique.)

CORRESPONDANCE.

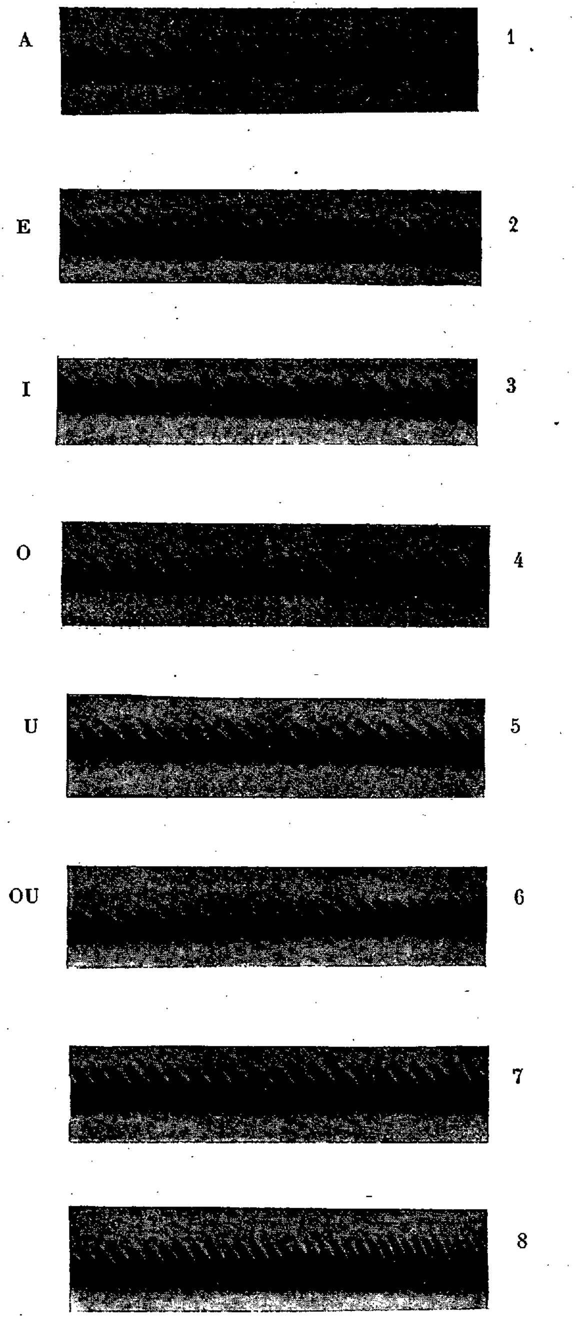
M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un Ouvrage de M. *Michel Stephanidès* « sur la minéralogie de Théophraste et sur les connaissances minéralogiques des anciens »;

2° Les années 1895 et 1896 et la Table (1887-1896) du *Journal d'histoire des Mathématiques*, publié par M. *Gustave Eneström* (Présenté par M. de Jonquières).

PHYSIQUE. — *Photographie des flammes de Kœnig*. Note de M. **Marage**, présentée par M. Marey.

« J'ai continué, au laboratoire de M. Marey, les recherches que j'avais entreprises sur les cornets acoustiques, et en particulier sur les appareils munis d'une membrane vibrante.



1, 2, 3, 4, 5, 6, voyelles prononcées devant l'embouchure de Kœnig.
7 et 8, voyelle O prononcée devant un résonateur de Helmholtz donnant si_3.

» Mes expériences m'ont conduit à photographier les flammes de Kœnig, de manière à pouvoir obtenir des résultats certains et indiscutables.

» J'employais l'acétylène, et, au lieu de photographier l'image obtenue dans les miroirs tournants, je me servais d'un appareil de M. Marey dans lequel la plaque sensible se déplaçait devant l'objectif.

» Parmi les résultats que j'ai obtenus, je signalerai les suivants, que l'on pourra facilement contrôler sur la figure ci-jointe :

» 1. La flamme n'étant plus agitée par la masse d'air qu'entraînent les miroirs tournants, les images obtenues sont très nettes ; leur inclinaison est due au mouvement de la plaque.

» 2. On obtient l'image des flammes dans toute leur étendue, et l'on peut constater que, pour chaque voyelle, la flamme n'est pas unique et ne se sépare pas seulement à son extrémité supérieure en deux, trois ou quatre parties, comme semblent l'indiquer les figures des livres classiques, mais chaque flamme est indépendante ; à chaque vibration, la flamme sort brusquement et s'éteint, pour se rallumer ensuite ; la flamme ne redescend pas ; car, et c'est l'opinion de M. Marey, si la flamme avait un mouvement de va-et-vient suivant la ligne verticale, on obtiendrait, non pas une flamme inclinée, mais une flamme décrivant en descendant une courbe symétrique de celle qu'elle a tracée en montant.

» L'embouchure que l'on emploie a une influence considérable dont on n'a pas tenu compte jusqu'ici, de telle sorte que de nouvelles expériences sont nécessaires ; il suffit en effet de comparer la flamme de la voyelle O prononcée avec l'embouchure de Kœnig, et la flamme de cette même voyelle, prononcée devant un résonateur de Helmholtz, *si* 3_4 (*si* bémol 3 étant la vocable de O), on constate que l'embouchure métallique a introduit des harmoniques qui, non seulement disparaissent avec le résonateur, mais encore lorsque l'on parle directement devant le tube de la capsule manométrique.

» Il s'agit de trouver l'embouchure donnant la flamme caractéristique propre à chaque voyelle.

» Je continue ces recherches, et j'espère obtenir rapidement, par cette méthode si précise, des résultats nouveaux et intéressants. »

PHYSIQUE. — *Expériences faites sur un nouvel appareil cathodique, générateur de rayons X et à plusieurs ampoules greffées sur un même circuit gazeux.* Note de MM. **Foveau de Courmelles** et **G. Seguy**, présentée par M. Lippmann.

« L'appareil dû à l'un de nous se compose de deux tubes à vide reliés à un réservoir sphérique; dans chacun des tubes à vide est une anode et une anticathode, toutes dans le même axe. Le rayonnement anodique est dirigé vers le bas.

» Cet appareil présente plusieurs propriétés intéressantes :

» 1° Placé sur le vide et observant les effets lumineux, fluorescents et cathodiques, on constate *que la pression intérieure dans un tube à vide n'est pas égale en tous les points;* que vers l'extrémité, c'est-à-dire en une des ampoules réunies à la cathode, le vide est beaucoup plus complet qu'à l'autre extrémité du même circuit gazeux, et que les molécules qui peuvent rester dans ces milieux très raréfiés sont chassées avec une extrême violence vers le point le plus extrême du circuit de l'appareil.

» On constate ces phénomènes en réunissant en tension les deux ampoules placées sur le même circuit gazeux et reliées au courant électrique d'une bobine d'induction dont le courant est ainsi en court circuit.

» Les rayons cathodiques et les rayons de Röntgen ne se forment que du côté de la cathode première et, de l'autre côté, de belles stratifications violettes se produisent, sans aucune fluorescence du verre. Ce qui permet de conclure à l'inégalité de raréfaction ou plutôt à l'inégalité de répartition dans les deux ampoules.

» 2° Si l'on alimente avec le courant et indifféremment l'une ou l'autre ampoule, on a des rayons cathodiques et de Röntgen dans l'une ou l'autre ampoule, à volonté, avec stratifications dans l'autre.

» 3° Les deux ampoules réunies à deux bobines différentes donnent également des rayons X.

» Aussi, on peut en conclure que l'*inégale répartition de la matière se produit lors du passage du courant.*

» L'appareil à vide est également alors parcouru par des stratifications.

» 4° L'appareil étant toujours relié à l'appareil à faire le vide, et les ampoules placées en tension, on constate qu'à une raréfaction très considérable, très résistante au courant, il se produit des deux côtés des

rayons X, mais en quantités inégales. L'ampoule ayant la cathode de la bobine donne beaucoup plus que l'autre simplement reliée à celle-ci.

» 5° Les ampoules montées en quantité donnent, en la moins résistante, des rayons X et, en l'autre, de rares éclairs.

» Cet ensemble de deux ampoules réunies, qui en pourrait d'ailleurs comprendre un plus grand nombre, a l'avantage de permettre l'obtention simultanée, soit de plusieurs images d'un objet différent, soit de deux images d'un même objet, ce qui, en Stéréoscopie, peut rendre de grands services.

» En outre, on a quelques données mathématiques invariables comme la distance des deux anodes, le point d'intersection de ces anodes prolongées et où l'on peut placer le corps à radiographier, la distance de ce point à la plaque, et ainsi l'on peut déterminer deux et même plusieurs triangles où, au moyen de ces données, on pourra calculer la position exacte du corps étranger dont il s'agit de déterminer la situation dans un organisme. Nous retombons ainsi, mais d'une manière plus simple, dans la solution de MM. Buguet et Gascard, soumise l'an dernier à l'Académie.

» En terminant, nous signalerons la rapidité et la netteté des épreuves obtenues avec ce tube à vide particulier et dû à l'un de nous. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur les attractions locales observées dans la Fergana.* Note de M. **Venukoff**, présentée par M. Faye.

« Exécutés en 1871-1891, les travaux géodésiques de MM. Goultiaeff et Zaliessky ont permis à M. Pomérantzeff, professeur à Saint-Pétersbourg, de calculer la valeur des attractions locales dans trente-sept localités suivantes, qui se trouvent dans la vallée de Fergana ou dans son voisinage immédiat.

Noms de localités.	Longitudes de Poulkova, géodésiques.	astronomiques.	Différences.	Latitudes N., géodésiques.	astronomiques.	Différences.
1. Khodjent	39°.17′.22″,88	39°.17′.35″,94	−13″,06	40°.17′. 5″,87	40°.17′. 9″,70	− 3″,83
2. Kara-tchékoum	39.44.40,93	39.44.44,64	− 3,71	40.15.45,65	40.16. 8,17	−22,52
3. Khanybadam	40. 6. 6,87	40. 6. 2,24	+ 4,63	40.19. 0,00	40.19.22,66	−22,66
4. Tchil-Makhram	40.13.13,88	"	"	40.32.59,15	40.33. 1,51	− 2,36
5. Bégowat méridional	40.23.11,47	"	"	40.19.16,83	40.19.59,65	−42,82
6. Poungan	40.27.53,64	"	"	40.43.46,83	40.43.38,70	+ 8,13
7. Sary-Kourgan	40.41.33,93	40.41.43,40	− 9,47	40.20. 0,68	40.20.31,02	−30,34
8. Pap	40.44.17,39	"	"	40.53.36,26	40.53.15,37	+20,89
9. Bégowat septentrional	40.53.43,84	"	"	40.38.22,33	40.38.31,25	− 8,92

Noms de localités.	Longitudes de Poulkova, géodésiques.	astronomiques.	Différences.	Latitudes N., géodésiques.	astronomiques.	Différences.
10. Karaoul-tubé	40°55′27″,61	40°55′45″,75	−18″,14	40°31′15″,48	40°31′32″,12	−16″,64
11. Warzyk	40.55.39,15	"	"	41. 6.42,90	41. 6.16,03	+26,87
12. Katpout	40.59.38,55	"	"	40.16.11,05	40.16.52,18	−41,13
13. Gourt-tubé	41. 8.28,46	"	"	40.49.35,53	40.49.31,40	+ 4,13
14. Kassan	41.15.37,60	"	"	41.14.59,88	41.14.39,58	+20,30
15. Khalmion	41.19.29,23	"	"	40.11. 9,39	40.11.58,80	−49,41
16. Namangan, église	41.20.36,24	41.20.33,30	+ 2,94	40.59.45,13	40.59.35,40	+ 9,73
17. Marghélan, église	41.26.56,17	41.26.59,70	− 3,53	40.23. 6,34	40.23.38,90	−32,56
18. Biélaïa	41.30.25,16	"	"	41. 4.29,25	41. 4.16,17	+13,08
19. Kara-tubé	41.30.25,92	"	"	40.36.42,06	40.36.59,23	−17,17
20. Balyktchi (Sor-tubé)	41.31.41,53	"	"	40.53. 2,82	40.53. 0,95	+ 1,87
21. Outch-Kourgan, tombeau	41.43. 3,04	"	"	41. 6.27,60	41. 6.16,97	+10,63
22. Outch-Kourgan, pyramide	41.43.50,40	"	"	40.14.13,48	40.14.55,11	−41,63
23. Kouva	41.44. 0,91	41.44. 1,33	− 0,42	40.31.27,06	40.31.55,46	−28,40
24. Tasch-tubé	41.50.23,20	"	"	40.39.54,17	40.40.13,14	−18,97
25. Tchoumbaghych	41.52.47,65	"	"	40.54. 6,00	40.54. 5,62	+ 0,38
26. Isbasken	42. 0.35,20	"	"	41. 2.44,40	41. 2.32,04	+12,36
27. Ming-tubé	42. 2.13,42	42. 2. 6,58	+ 6,84	40.29.20,54	40.29.54,28	−33,74
28. Andidjan, chapelle au cimetière	42. 3.39,91	"	"	40.47. 2,37	40.47.15,00	−12,63
29. Kizyl-kourgan	42. 4. 0,55	"	"	40.20.13,26	40.20.45,65	−32,39
30. Salp-tubé	42.13.40,36	"	"	40.37.45,28	40.38.11,13	−25,85
31. Massy	42.19. 7,84	"	"	41. 4.51,57	41. 4.35,86	+15,71
32. Kodja-Zyrian	42.22.47,49	"	"	40.48. 0,20	40.48.11,69	−11,49
33. Tulkou-tubé	42.26.26,29	"	"	40.17.32,25	40.18. 4,96	−32,71
34. Osch, église	42.28.38,50	42.28.32,26	+ 6,04	40.30.47,66	40.31.11,09	−23,43
35. Hazret-Ouïounys	42.35.51,53	"	"	40.45.55,05	40.46. 8,75	−13,70
36. Mady	42.36. 5,69	"	"	40.34.18,62	40.34.41,42	−22,80
37. Djalabad	42.40.53,41	"	"	40.55.11,12	40.55.15,50	− 4,38

» En traçant sur la carte du pays les lignes de l'attraction égale, on aperçoit facilement que le minimum de déviation du pendule de la ligne verticale passe par le fond de la vallée de Syr-Daria, parallèlement à la direction générale de ce fleuve. Toutes les autres lignes ont à peu près la même direction ENE-OSO ; mais leurs courbures ne sont pas toujours régulières ni symétriques. L'attraction des massifs qui se trouvent au nord-ouest et au sud-est de la Fergana s'y fait sentir en proportion des masses, et les plus fortes déviations se manifestent au sud-est de la Fergana, du côté de Pamir. »

THERMOCHIMIE. — *Chaleurs de formation de l'aldéhyde formique, dissous et gazeux.* Note de M. **Marcel Delépine**.

« Je me suis proposé de résoudre divers problèmes thermochimiques relatifs à l'aldéhyde formique, fort intéressant parce qu'il est le premier

terme de la série. J'ai mesuré ses chaleurs de formation à l'état gazeux, à l'état dissous, à l'état solide anhydre ou insoluble polymérisé (trioxyméthylène), à l'état solide hydraté ou soluble (paraformaldéhyde), ainsi que les actions thermiques que provoquent la potasse et l'ammoniaque.

» Je suis parti, à cet effet, de la réaction qui transforme l'aldéhyde formique en hexaméthylène-amine :

$$6CH^2O + 4AzH^3 = C^6H^{12}Az^4 + 6H^2O.$$

» Je rappellerai que j'ai déterminé la chaleur de formation de l'hexaméthylène-amine d'après sa chaleur de combustion. Il s'agit donc de mesurer la chaleur dégagée dans la réaction de l'ammoniaque sur l'aldéhyde formique. Mais ici se présente une difficulté, car cette réaction est lente, progressive et, comme telle, peu propice à des mesures précises.

» Pour tourner cette difficulté, j'ai arrêté la réaction au bout d'un temps favorable, par l'addition d'un volume d'acide chlorhydrique, de même concentration que l'ammoniaque employée en excès, c'est-à-dire capable de saturer à la fois l'ammoniaque qui n'a pas encore réagi et l'hexaméthylène-amine formée. En opérant au bout de quelques minutes, il suffit que la dose d'acide soit égale à la moitié du volume d'ammoniaque susceptible d'entrer dans une réaction totale avec l'aldéhyde.

» Je suppose que, dans la première période, la quantité de chaleur A mesurée est proportionnelle au volume d'ammoniaque qui s'est combinée à l'aldéhyde et que, dans la seconde, la quantité B observée après l'addition de l'acide est la somme des effets dus à l'action de l'acide sur l'ammoniaque libre et sur l'hexaméthylène-amine. L'aldéhyde formique non combiné n'intervient pas ; en effet, je me suis assuré que ce corps n'agit pas, au moins d'une façon instantanée, sur l'hexaméthylène-amine, l'acide chlorhydrique et le chlorhydrate d'ammoniaque.

» La chaleur B va nous permettre de déterminer la quantité d'ammoniaque encore libre. Pour cela, partons d'une molécule d'ammoniaque et supposons qu'au moment de l'addition de $\frac{1}{2}$ molécule d'HCl il y ait x (en fraction de molécule) d'ammoniaque libre, c'est-à-dire $1 - x$ d'ammoniaque ayant réagi pour donner $\frac{1-x}{4}$ molécule d'hexamétylène-amine. L'acide s'unit à la fois à l'ammoniaque non transformée et à l'hexaméthylène-amine ; il y a ainsi $x + \frac{1-x}{4} = \frac{1+3x}{4}$ d'acide employé ; le reste $\frac{1-3x}{4}$ réagit sur autant de sel neutre $C^6H^{12}Az^4$, HCl en donnant un déga-

gement de chaleur, d'ailleurs très petit, dont on tient compte en le supposant proportionnel à l'excès d'acide. Dans des circonstances de dilution et de température voisines de celles de ces expériences, j'ai trouvé que :

$$C^6H^{12}Az^4 + HCl = C^6H^{12}Az^4, HCl \ldots\ldots \quad 1860^{cal}$$
$$C^6H^{12}Az^4, HCl + HCl = C^6H^{12}Az^4, 2HCl \ldots\ldots \quad 76^{cal}$$

» On sait d'ailleurs que AzH^3 diss. + HCl diss. = AzH^4Cl diss. + 12450^{cal}. Puisqu'il y a en solution $x AzH^3$ combinés à $x HCl$, $\frac{1-x}{4} C^6H^{12}Az^4$ combinés à $\frac{1-x}{4}$ HCl et enfin $\frac{1-3x}{4}$ d'HCl, qui réagissent sur autant de sel neutre formé, on peut écrire

$$B = x \times 12450 + \frac{1-x}{4} \times 1860 + \frac{1-3x}{4} \times 76$$

ou

$$x = \frac{B - 484}{11928}$$

en fraction de molécule, et, par suite, la chaleur Q dégagée par 1 molécule d'ammoniaque, soit $\frac{A}{1-x}$, se trouve connue.

» Voici les résultats obtenus en ajoutant 1 molécule AzH^3 (1 molécule $= 2^{lit}$) à des quantités variables d'aldéhyde (1 mol. $= 1^{lit}$) :

Mol. CH^2O.	Durée de la réaction.	A.	B.	x.	Q.
	min	cal	cal		Cal
3,0...	8	15948	900	0,0349	16,51
1,5...	11	13003	3121	0,2210	16,69
1,5...	12	13234	2867	0,1998	16,73
2,0...	10	15349	1495	0,0847	16,73

» Soit en moyenne, par molécule, $16^{Cal},6$, c'est-à-dire plus qu'avec aucun acide minéral. Une cinquième expérience, faite avec molécules égales d'aldéhyde et d'ammoniaque, c'est-à-dire un excès d'ammoniaque, a donné aussi $16^{Cal},6$.

» J'insiste sur ce point que les calculs, faits dans l'hypothèse d'une réaction simple entre les corps réagissants, conduisent à des résultats très concordants malgré l'inégal degré de la réaction au moment de son arrêt et malgré l'emploi de doses variables de 2 à $6 AzH^3$ pour $6 CH^2O$.

» On a donc

$$6 CH^2O \text{ diss.} + 4 AzH^3 \text{ diss.} = C^6H^{12}Az^4 \text{ diss.} + 6 H^2O \ldots \quad 66^{Cal},4$$

» En prenant $C^6 + H^{12} + Az^4 = C^6H^{12}Az^4$ diss. $- 21^{Cal},9$ et donnant à

l'ammoniaque et à l'eau leurs chaleurs de formation connues, 21^{Cal} et 69^{Cal}, on trouve $C + H^2 + O = CH^2O$ diss. $+ 40^{Cal},3$. En prenant pour l'hexaméthylène-amine sa chaleur de formation $- 21^{Cal},3$, tirée de la combustion du dinitrate, on trouve, pour celle de CH^2O dissous, $40^{Cal},4$. C'est de ce chiffre que nous nous servirons.

» Pour déterminer la chaleur de dissolution de l'aldéhyde formique gazeux, on entraîne, par un courant de gaz hydrogène sec, les vapeurs du liquide condensé par le froid et maintenu à -23°; on conduit ces gaz, ramenés à la température ordinaire, dans l'eau du calorimètre où l'aldéhyde se dissout. On dose ensuite par l'ammoniaque l'aldéhyde dissous et l'on possède les données nécessaires pour l'évaluation de la chaleur de dissolution. Trois expériences très concordantes ont conduit au chiffre de 15^{Cal} par molécule de 30^{gr}, chiffre dépassant de $5^{Cal},4$ celui de l'aldéhyde ordinaire. Il surpasse celui de nombre de gaz tels que AzH^3, H^2S, Cl^2, etc., et se rapproche de celui des hydrates énergiques.

» Il en résulte, pour la chaleur de formation par les éléments de l'aldéhyde formique gazeux, $+25^{Cal},4$, celle de l'aldéhyde dissous étant $+40^{Cal},4$.

» La valeur homologue déduite de la chaleur de formation de l'aldéhyde ordinaire gazeux serait $+51,1 - 5,7 = 45^{Cal},4$. Le premier terme de la série offre donc une anomalie analogue à celle qui existe entre les acides acétique et formique et plus marquée encore; le premier terme offrant ainsi une réserve d'énergie qui se manifeste dans les combinaisons ultérieures et les polymérisations, ainsi que M. Berthelot l'a montré.

» Quoi qu'il en soit, la grandeur de la chaleur de dissolution implique l'idée d'une combinaison de l'aldéhyde avec l'eau; effectivement, ce gaz, liquéfiable seulement à -20°, ne quitte plus sa solution par simple échauffement, et la distillation des solutions de titre élevé offre des particularités sur lesquelles je reviendrai à propos du paraformaldéhyde. »

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Sur la formation du cyanure d'ammonium et sa fabrication.* Note de M. **Denis Lance**, présentée par M. Troost.

« D'après Langlois et Kuhlmann, le passage de gaz ammoniac sur du charbon donnerait toujours du cyanure d'ammonium. D'après Bueb et Bergmann (1896), au contraire, si l'on opère à 1000° C. et au-dessus, il

ne se forme que de l'acide cyanhydrique et « le reste de l'ammoniaque se » trouve totalement dissocié en azote et hydrogène ».

» *Expériences.* — Nous avons fait passer du gaz ammoniac sec sur une colonne de charbon de bois d'une hauteur de $0^m,20$ sur $0^m,02$ de diamètre contenue dans un tube de porcelaine.

» Les produits sont recueillis dans une série de laveurs contenant de l'eau distillée et les liqueurs sont titrées : 1° par le procédé de Buignet; 2° par le procédé de Liebig.

» Dans ces conditions, le procédé de Liebig étant seulement applicable si l'on se trouve en présence d'un cyanure alcalin, nous aurons immédiatement, par la différence ou l'identité des deux analyses, la preuve que nous sommes en présence d'acide cyanhydrique libre ou de cyanure d'ammonium.

» Dans tous les cas, les dosages faits par le procédé de Liebig sont identiques à ceux obtenus par le procédé de Buignet.

» Contrairement aux affirmations de Bueb et Bergmann, dans les conditions des expériences précédentes, les gaz passant à une vitesse moyenne de 4^{lit} par heure, la température prise au pyromètre de Le Chatelier variant, pour une série d'expériences, de 1000°C. à 1100°C., il se forme toujours du cyanure d'ammonium et à une molécule d'acide cyanhydrique correspond une molécule d'ammoniaque. Nous ajouterons même que le rendement en cyanogène est maximum pour cette température et que l'azote combiné sous cette forme correspond alors à 25 pour 100 de l'azote contenu dans l'ammoniaque.

» Le passage sur du charbon, d'ammoniaque, d'hydrogène et d'azote, fournit des résultats absolument différents.

» Le rendement en azote, fixé dans le cyanogène, qui n'était que de 25 pour 100, au maximum, pour du gaz ammoniac passant seul sur du charbon, monte immédiatement à 30,6 pour 100 pour 1^{lit} de gaz ammoniac passant avec 9^{lit} de mélange à 1^{lit} d'azote pour 8^{lit} d'hydrogène.

» Ce rendement s'améliore encore si, tout en augmentant le volume du mélange, on augmente également dans ce mélange la quantité d'hydrogène par rapport à l'azote.

» Il peut atteindre 89,66 pour 100 pour 200^{cc} de gaz ammoniac passant avec 5^{lit} d'hydrogène et 500^{cc} d'azote.

	Mélange.	Tempé-rature.	Temps.	Azote du gaz ammoniac.	CAzH.	Azote de CAzH.	Rendement pour 100.
I.	$AzH^3 = 1000^{cc}$; $H = 8000^{cc}$; $Az = 1000^{cc}$	1100° C.	8^m	0,627	0,3535	0,1902	30,6
II.	$AzH^3 = 200^{cc}$; $H = 5000^{cc}$; $Az = 500^{cc}$	1025° C. à 1050° C.	8	0,12	0,175	0,094	78,5
III.	$AzH^3 = 200^{cc}$; $H = 5000^{cc}$; $Az = 500^{cc}$	1100° C.	8	0,12	0,200	0,1076	89,66
IV.	$AzH^3 = 400^{cc}$; $H = 10000^{cc}$; $Az = 1000^{cc}$	1075° C. à 1100° C.	15	0,24	0,390	0,210	87,5

» Dans ces conditions, une moyenne de 85 pour 100 d'azote se retrouve dans le cyanogène, et une quantité égale dans l'ammoniaque du cyanure d'ammonium.

» Nous résumerons donc ainsi nos conclusions.

» 1° Le gaz ammoniac passant sur du charbon à une température comprise entre 1000° et 1100° C. donne toujours du cyanure d'ammonium.

» 2° Le rendement en cyanogène est plus considérable lorsqu'on emploie un mélange de gaz ammoniac, d'azote et d'hydrogène.

» 3° Ce rendement est maximum pour une température de 1100° C. et lorsque les gaz sont dans les rapports suivants : $AzH^3 = \frac{1}{26}$ du mélange formé par 1 d'azote et 10 d'hydrogène.

» 4° Dans ces conditions, il y a au moins 70 pour 100 de l'azote du cyanure d'ammonium d'emprunté à l'azote libre du mélange, c'est-à-dire à l'azote de l'air ([1]).

ZOOLOGIE. — *Classification des Orthoptères d'après les caractères tirés de l'appareil digestif* ([2]). Note de M. **L. Bordas**, présentée par M. Edmond Perrier.

« Les Orthoptères, d'après la conformation de leur appareil digestif, forment un des groupes les plus naturels de la classe des Insectes et peuvent

([1]) Travail fait au laboratoire de Chimie générale de la Sorbonne.

([2]) Conclusions d'un Mémoire, *Appareil digestif des Orthoptères*, fait au Muséum (laboratoire de M. le professeur Edmond Perrier).

être divisés en deux sous-ordres, caractérisés principalement par la présence ou l'absence de diverticules intestinaux. De plus, le nombre et la disposition des tubes de Malpighi, de même que la conformation et la structure interne du gésier, permettent de subdiviser chaque sous-ordre en un certain nombre de familles nettement séparées les unes des autres, mais présentant entre elles certains rapports rattachant une famille à l'autre et servant de transition entre chacune d'elles.

» Aussi, grâce aux nombreuses variétés de structure qu'affecte le gésier et aux divers degrés de complication morphologique qu'offre son armature masticatrice, *grâce surtout à l'absence ou à la présence de cœcums ou appendices intestinaux,* avons-nous partagé l'ordre des Orthoptères en deux sous-ordres : les Acolotasia, *ou Orthoptères sans appendices intestinaux*, et les Colotasia, *comprenant les Orthoptères à appendices intestinaux plus ou moins nombreux*. Cette classification, basée uniquement sur des caractères de morphologie interne, a, en outre, l'avantage de grouper les Orthoptères dans un ordre à peu près parallèle à celui de l'apparition de ces Insectes dans les temps géologiques.

ORDRE DES ORTHOPTÈRES.

Premier sous-ordre. — *Acolotasia.*

» Orthoptères dont l'appareil digestif, pourvu de six parties très nettes, *ne présente aucune trace de diverticules ou appendices de l'extrémité antérieure de l'intestin moyen;* glandes salivaires assez développées; tubes de Malpighi plus ou moins nombreux et débouchant (*Phasmidæ*) au sommet de petits tubercules coniques; gésier rudimentaire ou atrophié.

» 1re *Famille :* Phasmidæ. — Les *Phasmidæ* sont caractérisées par un tube digestif presque droit, sans circonvolution, et par l'atrophie du gésier. La première partie de l'intestin moyen est recouverte d'une épaisse couche musculaire, dont les différents faisceaux sont dirigés transversalement, tandis que la seconde présente, sur son pourtour, de nombreuses glandules à base élargie et conique et à sommet filiforme et aminci. Les tubes de Malpighi sont nombreux, disposés en faisceaux, et vont s'ouvrir au sommet de nombreux tubercules cylindro-coniques.

» 2e *Famille :* Forficulidæ. — Ces Insectes présentent un intestin légèrement sinueux à sa partie terminale et sont, en outre, pourvus d'un gésier globuleux, à armature interne rudimentaire. Les tubes de Malpighi, groupés en deux faisceaux, sont au nombre de huit à dix.

Deuxième sous-ordre — *Colotasia.*

» Orthoptères dont l'appareil digestif, long et sinueux, dépasse généralement une fois et demie la longueur du corps de l'insecte, et dont l'extrémité antérieure de l'in-

testin moyen est *pourvue d'un plus ou moins grand nombre d'appendices tubuleux, clos à leur extrémité libre.* Ces appendices ou diverticules sont au nombre de huit chez les *Mantidæ* et les *Blattidæ,* de six chez les *Acridiidæ* et de deux seulement chez les *Locustidæ* et les *Gryllidæ.*

» 1re *Famille :* BLATTIDÆ. — Chez les *Blattidæ,* on trouve un tube digestif long et sinueux, un jabot volumineux, un gésier pourvu d'une armature masticatrice très puissante, *huit appendices intestinaux* et des tubes de Malpighi nombreux et groupés en six faisceaux.

» 2e *Famille :* MANTIDÆ. — Les principaux caractères des *Mantidæ* sont : glandes salivaires volumineuses et comprenant plusieurs grappes; jabot très développé; gésier rudimentaire; *huit appendices ou cæcums intestinaux.*

» 3e *Famille :* ACRIDIIDÆ. — Les *Acridiidæ* présentent les caractères suivants : tube digestif droit, non sinueux; glandes salivaires rudimentaires; gésier nul ou atrophié; intestin moyen plissé longitudinalement; tubes de Malpighi peu nombreux et groupés en faisceaux; *six appendices intestinaux, coniques et pourvus d'un nombre égal de diverticules postérieurs généralement très courts.*

» 4e *Famille :* LOCUSTIDÆ. — Caractères principaux : tube digestif long et sinueux; jabot très développé; gésier volumineux et pourvu d'une très puissante armature chitineuse interne, à dents très fortes et disposées en six rangées; *deux larges appendices intestinaux entourant les parois latérales* du gésier; tubes de Malpighi nombreux, longs et filiformes, allant s'ouvrir au sommet de petits tubercules cylindroconiques.

» 5e *Famille :* GRYLLIDÆ. — Chez les Gryllidæ, on trouve : un tube digestif long et sinueux; un volumineux et large gésier, recouvert intérieurement d'une très puissante armature chitineuse. Les tubes de Malpighi, groupés en un large faisceau, vont s'ouvrir à l'extrémité élargie d'un canal efférent cylindrique, jouant le rôle d'uretère. Ces insectes ne possèdent que *deux appendices intestinaux.* »

ANATOMIE. — *Recherches sur l'histologie de la cellule nerveuse avec quelques considérations physiologiques.* Note de M. G. **Marinesco**, présentée par M. d'Arsonval.

« La cellule nerveuse est composée de trois éléments essentiels : 1° une partie fondamentale, achromatique, qui se trouve aussi bien dans le corps de la cellule que dans celui du noyau; 2° une substance qui affecte *l'aspect fibrillaire* ou strié dans le cylindre-axe et dans les prolongements protoplasmatiques, et qui constitue une sorte de réseau ou de feutrage à l'intérieur de la cellule; 3° des particules ou des corpuscules ayant une affinité spéciale pour les couleurs basiques d'aniline et que j'ai appelées *éléments* chromatophiles. Ces derniers sont constitués par des granulations élémentaires réunies entre elles par une substance amorphe.

» C'est surtout de la substance achromatique organisée et de ces derniers éléments que je m'occuperai dans cette Note.

» L'étude de la texture intime de la substance achromatique m'autorise d'admettre au moins trois types de cellules dans les ganglions spinaux.

» Dans un premier type, il s'agit surtout des grosses cellules, la substance achromatique organisée constitue un réseau à mailles assez larges délimitées par des trabécules minces ou de calibre moyen. La substance chromatique se présente habituellement dans ces cellules sous forme de corpuscules polygonaux.

» Un deuxième type est représenté par des cellules de petit volume; les trabécules achromatiques constituent un réseau dense, à mailles serrées et à points nodaux très nombreux.

» Enfin, dans un troisième type, la substance achromatique organisée se présente nettement sous forme de fibrilles épaisses, qui constituent un véritable feutrage, ou sont ondulées en forme de tourbillons. Dans ce dernier cas, les éléments chromatophiles sont oblongs, ovoïdes ou fusiformes. C'est le type qui peut servir pour montrer la structure fibrillaire de la substance achromatique. Il résulte de ces données histologiques que c'est de la substance achromatique organisée que dépend la forme des éléments chromatophiles. Quel est le rapport des fibrilles du cylindre-axe et des prolongements protoplasmatiques avec le réseau du cytoplasma?

» L'étude attentive d'un grand nombre de coupes m'a montré qu'on doit admettre une *continuité anatomique entre les fibrilles* de ces prolongements et *les travées du réseau cytoplasmatique*. Cette constatation a une grande portée doctrinale au point de vue des fonctions de la substance achromatique organisée. Ceci prouve que cette substance achromatique, de même que les fibrilles du cylindre-axe servent à la conductibilité de l'influx nerveux.

» Nissl, Becker, Lugaro, Cajal, Van Gelmchten et moi-même, avons soutenu cette opinion avec des arguments de divers ordres. L'accord est loin d'être aussi complet pour ce qui regarde la fonction des éléments chromatophiles.

» La plupart des auteurs ont admis que la substance chromatique constitue une matière de réserve alimentaire, une espèce de grenier de nutrition. Cette opinion ne nous rend compte de la morphologie de ces éléments et s'accorde mal avec le fait qu'il existe une classe de cellules nerveuses dépourvues de ces éléments. Aussi, je crois, et j'espère pouvoir le prouver dans la suite, que ces éléments jouent un rôle important au point de vue

des fonctions des cellules nerveuses. Ici, il est nécessaire de prendre en considération quelques particularités de structure de la cellule nerveuse.

» Le premier neurone sensitif, la cellule du ganglion spinal et bipolaire, et, fait intéressant, son prolongement périphérique et son prolongement central, ne possède pas d'éléments chromatophiles. Par contre, le neurone moteur direct, c'est-à-dire la cellule motrice de la corne antérieure est multipolaire; on peut lui attribuer, au point de vue théorique, deux pôles, l'un représenté par les prolongements protoplasmatiques qui se divisent à l'infini et possèdent des éléments chromatophiles; l'autre par le cylindre-axe qui, unique et élargi à son origine, se rétrécit ensuite.

» Le premier, qui occupe une *vaste surface*, constitue le *pôle de réception*; le second, *très réduit en surface*, constitue le *pôle d'émission*. Il doit y avoir par conséquent, une différence de potentiel considérable entre le *courant différent* et le *courant efférent*. Dans un acte réflexe élémentaire, l'onde nerveuse qui trouve le premier neurone subit une augmentation d'énergie potentielle dans la cellule du ganglion spinal, grâce aux éléments chromatophiles qui sont ébranlés par cette onde. Celle-ci est lancée dans les prolongements protoplasmatiques et dans le corps de la cellule du neurone moteur. Son énergie potentielle est considérablement augmentée sous l'influence de changements chimiques que le courant nerveux détermine dans les éléments chromatophiles des prolongements et du corps de la cellule nerveuse motrice. Elle arrive sous une forte tension dans le cylindre-axe qui constitue le pôle d'émission. Or, celui-ci étant rétréci, d'après la loi des fluides, le courant éprouvera une accélération considérable et donnera naissance à la décharge nerveuse.

» Ainsi, on le voit, les éléments chromatophiles constituent, pour moi, une substance à haute tension chimique. C'est grâce en partie aux modifications qu'ils impriment à l'onde nerveuse, que la cellule nerveuse devient une source d'énergie; c'est à cette substance génératrice de tension nerveuse que j'ai donné le nom de *kinétoplasma*. Il est possible que ce soit au moyen des processus chimiques, ou des oxydations que l'augmentation de potentiel du courant ait lieu.

» Le noyau de la cellule nerveuse subit également l'ébranlement que l'onde nerveuse propage à l'intérieur de cette cellule, ébranlement qui laisse un résidu fixe dans le noyau; ce résidu constitue en quelque sorte le substratum anatomique des divers processus psychiques. La conception mécanique des phénomènes nerveux que je viens de formuler dans ce travail est en harmonie avec beaucoup de phénomènes d'ordre physiolo-

gique et pathologique. En effet, la Physiologie nous enseigne que la cellule nerveuse est une source d'énergie, et, cette source, selon moi, est due, tout au moins en grande partie, aux modifications qu'impriment les éléments chromatophiles à l'onde nerveuse qui traverse la cellule, modifications qui, elles-mêmes, représentent des actes chimiques. De même, les combinaisons chimiques qui s'opèrent entre certains poisons, comme la strychine, le tétanos, et les éléments chromatophiles donnent lieu à un dégagement considérable de force nerveuse et à une désintégration de ces éléments. Au contraire, d'autres poisons agissent en sens inverse et produisent une dissolution d'emblée des éléments chromatophiles, laquelle donne naissance à des parésies ou paralysies. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur l'action physiologique et pathologique des rayons* X. Note de M. **Sorel**, présentée par M. Lannelongue.

« On a parlé, plusieurs fois déjà, de certains accidents, l'épilation entre autres, que les nouveaux rayons étaient capables de provoquer sur la surface du corps des êtres vivants. Je ne crois pas qu'on ait signalé d'effet aussi marqué que celui dont il est question dans les lignes suivantes :

» Le 29 septembre 1896, une jeune fille de seize ans fut soumise par moi à l'action d'un tube Collardeau, actionné par une bobine donnant environ $0^m,10$ d'étincelle.

» Le tube fut placé dans la région épigastrique, très près ($0^m,01$) de l'épiderme dont il fut séparé par une feuille mince de celluloïde. La pose dura trois quarts d'heure par intermittences, ce qui équivaut à une pose réelle d'environ vingt minutes. Le résultat, comme radiographie, fut négatif; le temps d'exposition de la plaque, en arrière d'une région aussi opaque que l'abdomen, avait été insuffisant pour l'impressionner.

» *Six* jours après (5 octobre) une tache rouge de $0^m,06$ de diamètre avec un centre blanc de $0^m,02$, s'est manifestée au point de l'épiderme qui se trouvait en regard du tube. Il y avait une légère douleur au toucher.

» *Huit* jours plus tard (12 octobre), des douleurs profondes se firent sentir, assez aiguës : le médecin fit appliquer une pommade au menthol; il s'ensuivit une suppuration assez abondante qui dura un mois (12 octobre au 12 novembre).

» Jusque-là les douleurs n'avaient rien d'exagéré. Pendant cette période, survint une plaie de même nature à la jambe, un peu au-dessus de la

cheville, mais d'un diamètre plus restreint que la précédente. Cette plaie à la jambe, très douloureuse, nécessita un repos absolu; elle se cicatrisa au bout d'un mois.

» La plaie de l'épigastre qui, le 12 novembre, n'avait plus qu'un diamètre de $0^m,02$ (partie blanche primitive), a cessé de suppurer à la suite d'application de compresses d'acide borique, et a formé une escarre qui est devenue très douloureuse. Depuis la fin de novembre, les douleurs sont devenues insupportables : on n'a su trouver d'autre moyen de les atténuer un peu que l'application toutes les deux heures, jour et nuit, de cataplasmes avec de la vaseline additionnée de cocaïne.

» Je ferai remarquer que le sujet dont il s'agit ici, bien que paraissant d'une bonne constitution, est essentiellement nerveux, que la production d'un accident à la jambe, alors que le tube était appliqué en regard de l'abdomen, semble démontrer une prédisposition particulière, une réceptivité marquée pour l'action, reconnue déjà si puissante au point de vue physique, des nouvelles radiations. Il y a là certainement une question de terrain, car dans bien d'autres cas, avec des poses quatre et cinq fois plus longues, répétées plusieurs fois, à vingt-quatre heures d'intervalle, je n'ai pas eu d'accident semblable à constater.

» Dans une autre circonstance, la radiographie du bassin et du fémur chez une fillette de neuf ans, a donné lieu également à une tache rouge sur la cuisse, l'épiderme s'est soulevé et est tombé, mais il n'y a eu ni douleur, ni escarre, et cependant le même tube Collardeau, actionné par la bobine donnant des étincelles de $0^m,20$, a été appliqué de la même manière, pendant deux heures (pose réelle, une heure environ) conduisant à une très bonne épreuve de la partie étudiée. Il est vrai qu'averti par l'accident relaté plus haut, j'avais placé le tube à une plus grande distance. Ici encore, le sujet, dans un état pathologique particulier, devait aussi montrer une réceptivité plus grande.

» Il convient d'ajouter que dans l'un ni l'autre cas, aucune sensation électrique ni calorifique n'a été perçue par le sujet pendant la pose.

» La douleur éprouvée par le sujet chez lequel l'escarre s'est produite est celle que cause une brûlure profonde : la plaie en offre le caractère douloureux, mais il semble bien que l'effet produit est fort différent de celui d'une brûlure, que le rayon X exerce sur la cellule et son contenu une puissante action, et qu'il serait peut être imprudent d'en faire l'application prolongée, *au moins chez certains sujets*, dans le voisinage d'organes

importants, comme l'estomac, le cœur ou les poumons, d'y soumettre longtemps un organe délicat, comme l'œil, par exemple.

» On voit qu'il y a à faire, au point de vue de cette action sur l'organisme, une série d'études du plus haut intérêt.

» Comme addition à cette Note, je ferai remarquer que dans un assez grand *nombre de cas*, le corps d'un animal mort depuis quelque temps s'est toujours montré *beaucoup plus opaque* aux radiations X qu'un cadavre semblable aussitôt après la mort et encore chaud.

» Cette différence dans la transparence des tissus n'est-elle pas en relation avec la coagulation de la fibrine? »

M. Lannelongue présente les observations suivantes à propos de la Communication de M. *Sorel*:

« Cette Note devient un exemple nouveau d'accidents inflammatoires allant jusqu'à la suppuration produite par les rayons X. M. Sorel pense que, en dehors de l'abcès qui s'est produit au lieu de l'application du tube Collardeau, un autre abcès survenu au même moment que le premier dépend aussi de la radiation : c'est là une hypothèse qui me paraît d'autant moins justifiée qu'on a omis de faire l'examen bactériologique du pus. Il eût été intéressant de savoir positivement si la suppuration, dans ce cas, était exclusivement chimique, comme cela devrait être. »

M. Lannelongue ajoute quelques observations relatives à l'action des rayons X sur l'économie :

« Les rayons X provoquent des troubles nutritifs spéciaux pouvant aller jusqu'à la mortification des tissus, jusqu'à leur nécrose proprement dite. Les suppurations sont assez rares, et il reste à démontrer qu'elles se produisent sans microbes, qu'elles sont d'ordre chimique, en un mot. Ces effets particuliers des rayons X sont comparables à ceux que j'ai observés, il y a plus de vingt ans, sur des sujets soumis aux rayons chimiques de la lumière solaire. Cela se passait à l'hôpital Trousseau. On avait fait sortir, en plein mois de juillet et par une journée chaude, une vingtaine d'enfants et on les avait laissés dans leur lit au dehors pendant plusieurs heures. Ils étaient dans une cour sablée où le soleil ne donnait pas dans l'après-midi et ne donna pas sur les enfants, la chose fut établie

positivement. Néanmoins, la plupart d'entre eux eurent consécutivement des accidents de brûlures graves : érythèmes, suppurations cutanées, suivies d'érysipèle qui amenèrent la mort de deux d'entre eux.

» Une certaine émotion se produisit dans l'hôpital à la suite de laquelle, sur l'avis que me donna l'illustre physicien Foucault, il fut essayé l'action de verres de strontiane sur d'autres sujets, qu'on exposa à la même lumière de la même cour en même temps que d'autres enfants, dont les mains étaient libres et non recouvertes de plaques de verre.

» Les sujets dont les mains avaient été protégées par les verres n'eurent aucun accident, tandis que ceux dont les mains étaient découvertes furent brûlés comme les premiers, et incontestablement par les rayons chimiques de la lumière solaire. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur la toxicité des alcools*. Note de M. **Picaud**, présentée par M. Marey.

« On sait, depuis les travaux de Rabuteau, de MM. Dujardin-Beaumetz et Audigé, etc., que la toxicité des alcools supérieurs, homologues de l'alcool éthylique, est d'autant plus grande que leur point d'ébullition (ou leur formule) est plus élevé. Mais les expériences instituées par ces physiologistes n'ayant porté que sur des Mammifères (Chiens, Porcs, etc.), il restait, pour généraliser cette loi, à démontrer qu'elle se vérifie également pour d'autres animaux de la série zoologique. C'est dans ce but que nous avons fait des recherches sur les Poissons, les Batraciens et les Oiseaux. Avec de tels animaux, l'administration de l'alcool par la voie stomacale ou par la voie hypodermique devient inutile : il n'y a qu'à ajouter de l'alcool au milieu dans lequel ils vivent.

» Nous avons placé nos Poissons (*Carassius auratus*) et nos Batraciens (*Triton vulgaris*) dans des solutions titrées d'alcool et nos Oiseaux (*Carduelis elegans*) sous des cloches dont l'atmosphère était saturée de vapeurs alcooliques. Nous avons toujours remarqué : 1° que l'alcool éthylique était réellement toxique, mais moins que les alcools propylique, butylique et amylique; 2° que la toxicité de ces derniers augmente avec le poids de leur molécule.

» Voici les résultats que nous avons obtenus avec des « Poissons rouges » (*Carassius auratus*), de 5^{gr} environ.

» En solution à 0,1 pour 100, l'*alcool amylique* ($C^5H^{12}O$) tue en une heure trente

minutes; à 0,2 pour 100, il tue en une demi-heure; à 0,5 pour 100, en huit ou neuf minutes; enfin, il est foudroyant à 2 pour 100.

» L'*alcool isobutylique* ($C^4H^{10}O$) à 0,5 pour 100 tue en une heure quinze; à 1 pour 100, il tue en quarante minutes; à 3 pour 100, en dix-huit minutes; instantanément à 6 pour 100.

» L'*alcool propylique* (C^3H^8O) à 1 pour 100 tue en deux heures quarante-cinq; à 2 pour 100, en une heure vingt-cinq; à 3 pour 100, en une heure; à 4 pour 100, en quarante minutes; à 5 pour 100, en trente minutes; à 6 pour 100, en vingt-cinq minutes; il est foudroyant de 10 à 11 pour 100.

» L'*alcool éthylique* (C^2H^6O) est déjà très toxique à 3 pour 100 : il tue en dix heures; à 4 pour 100, il tue en deux heures; à 8 pour 100, en une heure; instantanément, de 20 à 21 pour 100.

» D'après MM. Dujardin-Beaumetz et Audigé, l'*alcool méthylique* (CH^4O) serait plus toxique que l'*alcool éthylique*. Nous l'avons essayé et il nous a donné une toxicité moindre; cela devait arriver, puisque son point d'ébullition (66°) est moins élevé que celui de l'alcool éthylique (78°). Ce résultat est d'ailleurs conforme à celui qu'ont trouvé MM. Gibbs et Reichert.

» Enfin, nous avons essayé l'*alcool allylique* (C^3H^6O). Cet alcool est aussi toxique, peut-être plus même que l'alcool amylique.

» Afin de rendre nos résultats plus frappants, nous les avons représentés graphiquement au moyen de courbes (*courbes de toxicité*). Celles-ci ont été obtenues en prenant pour abscisses les doses d'alcool ajoutées à l'eau, et pour ordonnées les intervalles de temps qui séparent le moment précis de l'immersion de l'animal du moment où il succombe.

» Si l'on considère les doses d'alcool auxquelles nos poissons mouraient instantanément, soient 2^{gr} d'alcool amylique, 6^{gr} d'alcool butylique, 11^{gr} d'alcool propylique, 21^{gr} d'alcool éthylique et 30^{gr} d'alcool méthylique, la toxicité de l'alcool éthylique étant représentée par 1, celles des autres alcools seront approximativement 10, 3, 2, $\frac{2}{3}$. On aura donc :

	Puissance toxique relative.
Alcool méthylique	$\frac{2}{3}$
» éthylique	1
» propylique	2
» butylique	3
» amylique	10

» Sans doute, nos résultats ne sont qu'approximatifs : ils peuvent varier, en effet, avec le poids de l'animal et avec sa vigueur. Mais leur vérification

constituera une expérience de cours très simple qui satisfera aux exigences de l'enseignement des lycées et des écoles primaires et montrera suffisamment la toxicité relative des divers alcools.

» La même expérience servira à l'étude de la toxicité des eaux-de-vie et liqueurs. »

PHYSIOLOGIE. — *L'évolution animale, fonction du refroidissement du globe.* Note de M. R. Quinton, présentée par M. Marey.

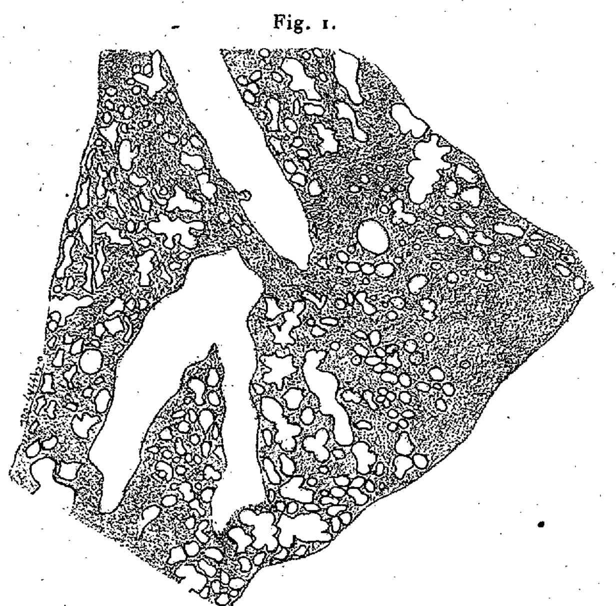
« I. On a vu (*Comptes rendus,* 13 avril 1896) qu'en face du refroidissement du globe, les êtres organisés tendent à maintenir artificiellement dans leurs tissus la haute température extérieure primitive. L'importance de cette tendance est capitale. On sait qu'elle détermine déjà, dans l'embranchement des Vertébrés, l'évolution de l'appareil reproducteur, et corrélativement de l'appareil osseux (*Comptes rendus,* 14 décembre 1896). On va montrer qu'elle entraîne également la modification de tous les autres appareils organiques, et par conséquent l'évolution elle-même.

» Cela ressortira avec force d'une simple considération *a priori*. Qu'on imagine anatomiquement un type schématique primitif. Le refroidissement du globe survient; la vie tend à maintenir sa haute température précédente. Ce maintien ne peut être obtenu que par une production de chaleur opérée dans les tissus, c'est-à-dire par une combustion. Toute combustion exige des matériaux combustibles et de l'oxygène; et voici déterminé, pour y satisfaire, le développement des appareils digestif et respiratoire. L'obligation de porter dans les tissus ces matériaux et cet oxygène, obligation croissant avec la combustion, entraîne l'évolution de l'appareil circulatoire. Du progrès de ces trois appareils, auxquels se joint celui de l'appareil reproducteur, résulte nécessairement le progrès de l'appareil d'innervation. Enfin, produire de la chaleur n'est qu'un premier point, il faut la conserver; et voilà commandée l'évolution de l'appareil tégumentaire. Mais le refroidissement du globe croissant, l'écart thermique à maintenir entre les deux milieux, animal et ambiant, grandit. Une combustion plus vive, une organisation plus parfaite donc, se trouvent incessamment nécessitées. On voit ainsi comment, en face du refroidissement du globe, l'effort très naturel que fait la vie vers le maintien des conditions premières de son phénomène chimique détermine sans répit l'évolution de tous les appareils organiques, et leur impose *a priori*, un perfectionnement croissant avec la récence. Pour confirmer cette vue théorique, il suffira de ranger les différents groupes animaux selon l'ordre de leur apparition sur le globe, et d'observer ensuite, selon cet ordre, un progrès effectif de chacun de leurs appareils organiques.

» II. Or, 1° la récence extrême de la classe Oiseau ne souffre aucun

doute. Tout la démontre : A. L'apparition des premiers Mammifères au début de l'époque secondaire, celle des premiers Oiseaux à la fin seule de cette époque ; B. L'extension *maxima* de la classe Mammifère à l'époque tertiaire, le rôle subordonné qu'à cette époque jouait la classe Oiseau (Mammifères, espèces fossiles 3200, actuelles 2300; Oiseaux, espèces fossiles, 500; actuelles 10000); C. Les différences anatomiques considérables réalisées dans l'étendue de la classe Mammifère, preuve des temps lointains depuis lesquels le type évolue; l'homogénéité frappante au contraire de toute la classe Oiseau ; D. La haute température spécifique de cette classe. C'est donc à faux qu'on a toujours considéré la classe Oiseau comme antérieure à la classe Mammifère, et l'on doit *a priori*, pour la confirmation de la théorie qui précède, observer chez l'Oiseau, *malgré son type inférieur reptilien*, une organisation fonctionnelle *supérieure* à l'organisation fonctionnelle mammifère.

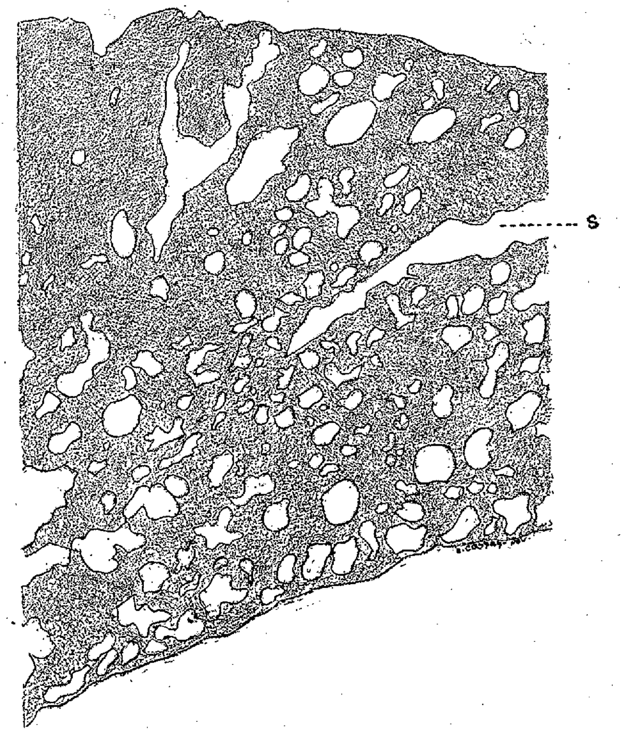
Fig. 1.



Poumon, *Aï*, 5 diamètres.

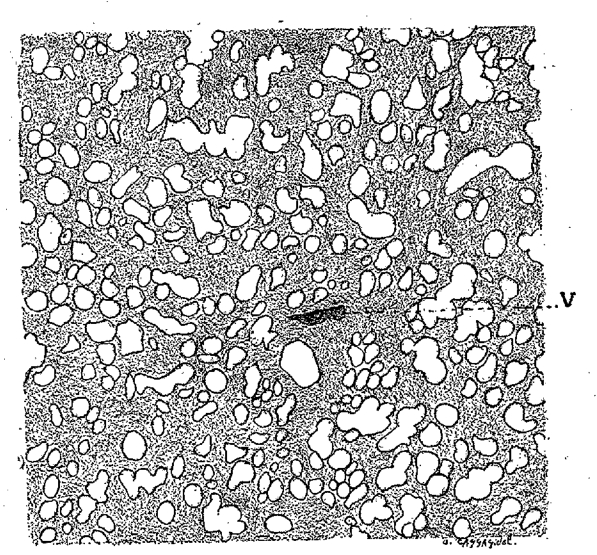
» 2° La classe Mammifère, par ses premières familles, touche aux terrains d'apparition de la classe Reptile. Le faible excès thermique de ces familles sur le milieu ajoute encore au rapprochement (Monotrèmes, Marsupiaux, Édentés). Mais un intervalle considérable sépare ces premières familles des dernières apparues, à haut excès thermique (Carnivores, Ruminants). C'est donc à faux, si la théorie est exacte, qu'on a toujours consi-

Fig. 2.



Poumon, *Sarigue;* 8 diamètres (*s*, scissure entre deux lobes).

Fig. 3.



Poumon, *Rat;* 25 diamètres (*v*, vaisseaux).

déré la classe Mammifère comme formant un groupe autonome, présentant en bloc un degré en quelque sorte fixe d'organisation. Les premiers et les derniers apparus de cette classe doivent témoigner de différences organiques typiques, à prévoir et à vérifier; les premiers apparus devant offrir, *a priori, malgré leur type supérieur mammifère*, des caractères formellement *reptiliens*.

» 3° Les Batraciens, les Reptiles, d'une antiquité plus haute, à organisme ne réalisant qu'une combustion négligeable, présenteront, *a priori*, le plus bas degré d'organisation générale.

» Conformément à ces inductions, on observe, pour l'appareil respiratoire : A. Chez les Batraciens et les Reptiles, un poumon sac, aux parois lisses ou grossièrement alvéolaires, sur la surface restreinte desquelles s'opère l'échange des gaz sanguins; B. Chez les formes récentes (Mammifères généralement décrits, Oiseaux), une complication de ce sac primitif, rendu plein, par des replis internes de la paroi, destinés à augmenter la surface respiratoire. Par cette artifice, chez l'Homme, où cette surface a été mesurée, elle atteint 150^{mq}.

» Mais l'Anatomie comparée restait muette sur la structure interne du poumon des Mammifères anciens; elle ne la supposait pas différente. A l'encontre de toutes les prévisions anatomiques actuelles, il fallait poser *a priori* cette structure comme reptilienne, non point comme mammifère. Le poumon mammifère étant décrit comme plein, deux poumons de Mammifères anciens ayant été choisis (Aï, température spécifique 31° par 23°; Tatou, 34° par 18°), leur coupe a révélé clairement la cavité typique reptilienne prévue. On joint au texte la coupe, vue au grossissement 5, du poumon de l'Aï, *Bradypus tridactylus*. De même, la surface respiratoire étant fonction de la richesse vésiculaire, on devait théoriquement voir s'élever cette richesse, du Mammifère ancien au Mammifère récent. Or, de 73 chez l'Aï, de 98 chez la Sarigue, par unité de surface, elle s'élève à 300 chez le Rat (Sarigue, température spécifique, 33°; Rat, 38°,1, voir *fig.* 1, 2, 3).

» Mécaniquement, on observe : A. Chez les Reptiles, un appel de l'air atmosphérique par une ventilation faible, à efforts rares; B. Chez les Mammifères, pour l'appel constant de l'oxygène, une ventilation à mouvements fréquents, amenant autour de chaque poumon l'apparition d'un sac pleural, distinctif de la classe Mammifère, préservant l'organe respiratoire des frottements thoraciques; C. Chez l'Oiseau, une division nouvelle du travail physiologique (ventilation par jeu des sacs aériens), tendant à rendre l'hématose du sang continue. Mais la supériorité respiratoire de l'Oiseau sur le Mammifère est un fait classique (Cuvier, Milne-Edwards, Owen), trop reconnu et trop décrit pour qu'il soit besoin de s'y étendre.

» On voit ainsi le système respiratoire animal présenter avec la récence une perfection croissante, et, comme l'exigeait la théorie, le type reptilien de l'Oiseau témoigner déjà d'une *supériorité organique* sur le type supérieur mammifère. »

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Procédé de vaccination contre l'empoisonnement par le ricin. Introduction consécutive des graines et des tourteaux de ricin dans la ration des animaux immunisés.* Note de M. **Ch. Cornevin**, présentée par M. Chauveau.

« Dès l'époque déjà éloignée où j'entendis M. Chauveau développer sa théorie de l'immunisation contre les maladies virulentes, l'idée d'en poursuivre l'application aux empoisonnements par les végétaux phanérogames s'imposa à mon esprit. La découverte d'Ehrlich sur les toxalbumoses végétales immunisantes, ricine et abritine, fut une preuve, pour moi, de la fécondité de la conception et une incitation à poursuivre mes travaux.

» Depuis quelques années, je cherche à opposer aux effets de plusieurs poisons les procédés de vaccination qui nous ont donné, à mes collaborateurs et à moi, d'excellents résultats pour le charbon symptomatique et pour la gangrène foudroyante. Parmi tout ce que j'ai déjà obtenu d'important, ma Communication d'aujourd'hui ne visera que le ricin (dont la grande vénénosité est connue de tout le monde), parce que le Mémoire détaillé de mes expériences et justificatif des conclusions que je dois me borner à formuler ici n'est achevé que pour cette plante. Les conclusions de ce Mémoire sont les suivantes :

» I. Le chauffage de la ricine à 100° pendant deux heures la transforme en un vaccin qui, injecté sous la peau, immunise contre l'empoisonnement par le ricin.

» II. La susceptibilité des diverses espèces animales domestiques vis-à-vis du ricin est fort inégale : les ruminants sont beaucoup plus sensibles que les porcs et les gallinacés. Deux vaccinations, pratiquées à huit jours d'intervalle, suffisent à conférer l'immunité au porc ; trois ont été employées pour les autres espèces.

» III. Les sujets vaccinés ont été éprouvés huit à dix jours après la dernière injection préservatrice, soit en leur poussant par la voie hypodermique une dose de ricine, mortelle pour les sujets témoins, soit en mêlant à leurs aliments habituels des graines ou des tourteaux de ricin en quantité égale ou supérieure à celle qui tue les animaux non vaccinés.

» Pour donner une idée de ce qui advient, nous allons extraire de notre registre une de nos dernières expériences :

» Deux porcelets, de la même portée, sont achetés en février dernier ;

l'un est vacciné, l'autre ne l'est point. Le 7 mars, on mélange 100^{gr} de tourteau de ricin à la pâtée du porcelet non vacciné, dont le poids vif est de $17^{kg},300$, et 104^{gr} du même tourteau à celle du porcelet vacciné dont le poids vif est de 18^{kg}, de manière que, proportionnellement à leur poids, ils reçoivent exactement la même quantité du toxique. Le porc témoin mourut à la vingt-deuxième heure après son repas, le porc vacciné ne ressentit aucun malaise.

» IV. Parmi les sujets vaccinés et éprouvés, les uns ont été soumis ensuite, pendant un, deux et trois mois, *sans interruption*, à un régime dans lequel entraient des doses journalières de graines ou de tourteau de ricin deux, trois et même quatre fois supérieures aux doses toxiques mortelles pour les non-immunisés, et cela sans aucun dérangement pour leur santé, sauf un peu de constipation. J'ai fait égorger, à la manière habituelle, des porcs ainsi alimentés; l'autopsie n'a révélé aucune lésion ancienne ou récente, malgré toute l'attention apportée à l'examen du tube digestif en particulier. J'ai consommé de la chair de ces animaux et j'ai nourri des chiens de leurs cadavres et de leurs viscères : aucun dérangement de la santé ne fut la conséquence de cette ingestion.

» V. Les autres, immédiatement après l'épreuve, n'ont plus reçu de ricin, afin qu'on ne pût invoquer l'idée d'accoutumance ou de mithridatisation, lorsqu'on les éprouverait à nouveau, afin de se renseigner sur la durée de l'immunité. Celle-ci est longue, mais je ne puis pas encore en préciser l'étendue. Une de mes génisses, après la vaccination et l'épreuve, fut placée chez un cultivateur qui l'envoya pendant tout l'automne dernier au pâturage avec ses autres bêtes bovines. Elle fut éprouvée à nouveau quatre-vingt-dix-sept jours après la vaccination, et, après quatre-vingt-un jours de régime exclusif du pâturage, son immunité était aussi solide qu'au début.

» VI. Un double intérêt nous paraît ressortir des résultats qui viennent d'être exposés : un intérêt médical qu'il est inutile de mettre en évidence, puisqu'il apparaît de lui-même; un intérêt économique, consistant dans l'introduction de plantes vénéneuses, sans aucun danger, dans le régime alimentaire d'animaux, que rien n'est plus facile d'immuniser au préalable. »

M. Ch. Godey adresse un Mémoire relatif à « la destination des monuments mégalithiques ».

M. G. Housset adresse une Note sur un projet de « Moteur hydro-pneumatique ».

M. Victor Ducla adresse une Note sur un « Baromètre horizontal à air raréfié sans glace fondante ».

La séance est levée à 4 heures et demie.

M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 12 avril 1897.

Leçons sur l'Électricité et le Magnétisme, de E. Mascart et J. Joubert. Deuxième édition, entièrement refondue par E. Mascart, Membre de l'Institut, Professeur au Collège de France, Directeur du Bureau central météorologique. Paris, Masson et Cie, 1897; 1 vol. gr. in-8°. (Présenté par l'auteur.)

Catalogue raisonné des plantes cellulaires de la Tunisie, par N. Patouillard, membre de la Mission de l'exploration scientifique de la Tunisie. Paris, Imprimerie nationale, 1897; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Milne-Edwards.)

Modes opératoires de Physique de J.-G. Bourbouze; rassemblés et augmentés par Ch. Hemardinguer, Préparateur à la Faculté des Sciences. Préface de M. G. Lippmann, Membre de l'Institut. Paris, Desgrandchamps, 1896; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Lippmann.)

Revue de Mécanique. Publiée sous le patronage et la direction technique d'un Comité de rédaction : M. Haton de la Goupillière, Membre de l'Institut, Inspecteur général des Mines, Président. Mars 1897. Paris. Vicq-Dunod et Cie, 1897; 1 vol. in-4°.

Bulletin météorologique du département de l'Hérault, publié sous les auspices du conseil général. Année 1896. Montpellier, Ch. Boehm, 1897; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Mascart.)

Revue maritime. Couronnée par l'Académie des Sciences. Février 1897. Paris, L. Baudoin; 1 vol. in-8°.

Bulletin de la Société astronomique de France et Revue mensuelle d'Astronomie, de Météorologie et de Physique du globe. Avril 1897. Paris, Imp. Ch. Bivort, 1897; 1 fasc. in-8°.

Bulletin de l'Académie de Médecine, publié par MM. Bergeron, Secrétaire perpétuel, Cadet de Gassicourt, Secrétaire annuel. Séance du 6 avril 1897. Paris, Masson et Cie; 1 fasc. in-8°.

Bibliotheca mathematica. Journal d'histoire des Mathématiques, publié par Gustaf Eneström. 1895. Nouvelle série, 9-10, et Table générale 1887-1896. Paris, A. Hermann; 3 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Archives néerlandaises des Sciences exactes et naturelles, publiées par la Société hollandaise des Sciences, à Harlem, et rédigées par J. Bosscha. Tome XXX. 5e livraison. Paris, Gauthier-Villars et fils; 1 fasc. in-8°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU MARDI 20 AVRIL 1897,

PRÉSIDENCE DE M. A. CHATIN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

BOTANIQUE. — *Sur les Inséminées à nucelle pourvu d'un seul tégument, formant la subdivision des Unitegminées ou Icacininées;* par M. **Ph. van Tieghem**.

« Les Inséminées à ovules pourvus d'un nucelle, recouvert par un tégument unique, sont toutes stigmatées, dicotylées et climacorhizes. En outre, elles sont toutes pétalées. Les ovules y sont toujours anatropes, pendants à raphé dorsal, c'est-à-dire épinastes. Le fruit y est toujours une drupe, avec albumen et embryon presque toujours oléagineux.

» Si, avant d'être finalement attaqué par l'assise digestive de l'albumen, le tégument de l'ovule, qui s'accroît d'abord comme tel, possède un système de faisceaux libéroligneux anastomosés en réseau, ce réseau lignifié n'est pas digéré plus tard et persiste indéfiniment. L'albumen ne digère alors que le parenchyme interposé, et se développe au dehors par les

mailles du réseau. Aussi, sa région périphérique est-elle, à la maturité, plus ou moins profondément découpée en lobes polygonaux, formant une sorte de mosaïque. Au fond du réseau de sillons qui séparent ces lobes, on retrouve à leur place les nervures primitives du tégument, ou tout au moins le faisceau vasculaire de ces nervures. Ce phénomène est très marqué, notamment, chez les Gonocares (*Gonocaryum*) parmi les Icacinacées, chez les Phytocrènes (*Phytocrene*) parmi les Phytocrénacées, chez les Endacanthes (*Endacanthus*) parmi les Sarcostigmatacées, etc.

» Ces plantes forment donc, à côté des trois groupes précédents, un ensemble assez homogène, correspondant, puisqu'elles ont toujours une corolle, à l'alliance des Loranthales chez les Inovulées, à celle des Olacales chez les Innucellées. Pourtant, la structure du corps végétatif et surtout l'organisation florale y offrent des modifications assez importantes pour qu'il soit nécessaire d'y distinguer d'abord deux subdivisions, puis, dans chacune de ces deux subdivisions, plusieurs familles.

» Chez les unes, en effet, le pistil est composé de carpelles biovulés, dans chacun desquels un seul ovule se développe plus tard. Chez les autres, il est formé de carpelles uniovulés.

» Lorsque les carpelles sont biovulés, ils sont toujours fermés dans toute la longueur de l'ovaire et la placentation est, en conséquence, toujours axile. Le pistil y subit toujours un avortement partiel, plus ou moins étendu, ce qui rend la fleur zygomorphe. Quelquefois il se développe trois carpelles sur cinq, les deux postérieurs avortant, et le fruit a aussi un noyau triloculaire : c'est la famille des *Emmotacées*. Le plus souvent il ne subsiste qu'un seul carpelle, les quatre autres avortant complètement. La corolle est alors tantôt gamopétale, tantôt dialypétale.

» Lorsque la corolle est gamopétale, avec androcée concrescent à sa base, la tige conserve quelquefois sa structure normale; c'est la famille des *Leptaulacées*.

» Le plus souvent, elle ne tarde pas, à la suite d'un fonctionnement inégal de l'assise génératrice du liber et du bois secondaires, à prendre une structure anormale. C'est toujours d'abord le bois secondaire qui cesse de se former en de certaines places, bientôt marquées par autant d'échancrures de sa surface. Puis, le liber secondaire correspondant se comporte, suivant les plantes, de trois manières différentes : ou bien, il conserve simplement en ces places la même structure et la même disposition que partout ailleurs : c'est la famille des *Iodacées*; ou bien, il prédomine en ces places et y prend une structure différente et beaucoup plus compliquée

que sur le reste du pourtour : c'est la famille des *Phytocrénacées;* ou bien enfin, l'assise génératrice, d'abord interrompue en ces places, se rejoint plus tard en dehors du liber et y reforme du bois, de sorte que le liber s'y trouve inclus dans le bois : c'est la famille des *Sarcostigmatacées*.

» Lorsque la corolle est dialypétale, le plus souvent la tige conserve sa structure normale : c'est la famille des *Icacinacées*. Quelquefois elle possède dans sa structure primaire, ainsi que la feuille, un système de canaux sécréteurs et plus tard elle inclut progressivement son liber dans son bois secondaire, comme chez les Sarcostigmatacées : c'est la famille des *Pleurisanthacées*.

» Ensemble, ces sept familles, ayant en commun ce double caractère d'avoir une fleur zygomorphe par suite d'un avortement partiel du pistil et d'avoir les carpelles biovulés, se ressemblent plus entre elles qu'elles ne ressemblent aux autres et constituent un groupe supérieur, cohorte ou alliance, que l'on désignera, d'après la famille la plus nombreuse et la plus importante, les Icacinacées, sous le nom de *Icacinales*.

» Lorsque les carpelles sont uniovulés, le pistil est isomère, sans avortement, et la fleur actinomorphe. Tantôt les carpelles ne sont fermés que dans leur région inférieure, où l'ovaire est pluriloculaire; ils sont ouverts en haut, où il est uniloculaire avec un placente central libre, portant autant d'ovules pendants qui descendent dans les loges correspondantes : c'est la famille des *Strombosiacées*. Tantôt les carpelles sont fermés dans toute la longueur de l'ovaire, qui est pluriloculaire dans toute son étendue et porte les ovules en placentation axile. Si l'ovaire est alors supère, c'est la famille des *Ximéniacées;* s'il est infère, c'est la famille des *Tétrastylidiacées*.

» Ensemble, ces trois familles, ayant en commun ces deux caractères d'avoir les carpelles uniovulés dans un pistil complet et zygomorphe, se ressemblent plus qu'elles ne ressemblent aux précédentes et doivent constituer un groupe supérieur, cohorte ou alliance, que l'on distinguera, d'après les Ximéniacées, sous le nom de *Ximéniales*.

» Enfin, le groupe tout entier des Unitegminées pourra être désigné aussi, d'après sa famille la plus importante et la plus anciennement connue, sous le nom de *Icacininées*.

» Le Tableau suivant résume cette division progressive des Inséminées unitegminées ou Icacininées, d'abord en deux alliances, puis en dix familles :

Unitegminées ou Icacininées.	Carpelles	biovulés. ICACINALES.	Un carpelle. Corolle	gamopétale. Tige	normale		*Leptaulacées.*
					anormale. Liber	uniforme	*Iodacées.*
						hétérogène	*Phytocrénacees.*
						inclus	*Sarcostigmatacées.*
				dialypétale. Tige	sans canaux sécréteurs, normale		*Icacinacées.*
					à canaux sécréteurs, anormale		*Pleurisanthacées.*
			Trois carpelles				*Emmotacées.*
		uniovulés. Placentation XIMÉNIALES.		centrale libre			*Strombosiacées.*
				axile. Ovaire	supère		*Ximéniacées.*
					infère		*Tétrastylidiacées.*

» Reprenons maintenant, une à une, les dix familles ainsi brièvement définies, en suivant la marche descendante, commençant par les Icacinales les plus compliquées et finissant par les Ximéniales les plus simples, pour en faire connaître très sommairement les principaux caractères et la composition ([1]).

» I. Icacinales. — Outre ce caractère commun d'avoir un pistil zygomorphe à carpelles biovulés, les Icacinales ont toutes l'androcée isostémone et épisépale. Chez toutes aussi, les carpelles qui se développent sont épipétales et quand il n'y en a qu'un, comme c'est de beaucoup le cas le plus fréquent, il est superposé au pétale antérieur.

» 1. *Leptaulacées.* — Avec une tige de structure normale, les Leptaulacées ont une corolle gamopétale tubuleuse et un androcée concrescent au tube de la corolle. Elles ne comprennent jusqu'à présent que deux genres.

» 2. *Iodacées.* — Plus faiblement accusée que dans les deux familles suivantes, l'anomalie de structure de la tige qui caractérise les Iodacées se réduit au développement prédominant du bois secondaire sur les faces correspondant aux feuilles, le liber secondaire offrant la même composition sur tout le pourtour. Cette famille renferme actuellement cinq genres, qu'il convient de grouper en trois tribus : les *Iodées,* avec trois genres, ont la tige grimpante à feuilles opposées et les fleurs dioïques; les *Natsiatées,* avec un genre, ont la tige grimpante à feuilles isolées et les fleurs dioïques; les *Trématospermées,* avec un genre, ont la tige non grimpante à feuilles isolées et les fleurs hermaphrodites.

» 3. *Phytocrénacées.* — Réduite pour le moment à trois genres, la famille des Phytocrénacées offre, dans la structure de la tige, une anomalie remarquable, mais trop bien connue pour qu'il soit utile de la rappeler ici.

» 4. *Sarcostigmatacées.* — Caractérisée par l'inclusion progressive du liber dans le bois secondaire de la tige, la famille des Sarcostigmatacées renferme jusqu'ici trois genres, que l'on peut grouper en deux tribus : les *Endacanthées,* avec deux genres, qui ont l'embryon accompagné d'un albumen, et les *Sarcostigmatées,* avec un seul genre, qui sont dépourvues d'albumen. L'embryon et l'albumen, quand il existe, sont à la fois oléagineux et amylacés.

» 5. *Icacinacées.* — Telle qu'on la restreint ici, la famille des Icacinacées possède

([1]) Pour plus de détails, voir *Bull. de la Soc. bot.*, séance du 26 février 1897.

encore une trentaine de genres, qu'il conviendra de répartir entre plusieurs tribus. La tige y conserve la structure normale et la corolle y est dialypétale, bien que les pétales puissent, dans certains genres, demeurer collés entre eux bord à bord et avec les filets des étamines sur une plus ou moins grande longueur, de manière à simuler une corolle gamopétale avec androcée concrescent.

» 6. *Pleurisanthacées.* — Réduite jusqu'ici à un seul genre, cette famille diffère des Icacinacées par l'inclusion progressive du liber dans le bois secondaire de la tige; des Sarcostigmatacées, qui offrent aussi, comme on l'a vu, ce caractère, par l'hermaphrodisme des fleurs, par la dialypétalie et la caducité de la corolle; des deux à la fois, et du même coup de toutes les autres familles de la subdivision des Unitegminées, par l'existence d'un système de canaux sécréteurs oléifères dans la structure primaire de la tige et de la feuille.

» Dans la tige, ces canaux sécréteurs se forment à la périphérie de la moelle, en dedans du bois primaire de chacun de ses faisceaux libéroligneux foliaires. Le canal passe dans la feuille avec le faisceau correspondant, et on l'y retrouve dans la région médullaire du péridesme de la méristèle médiane et de ses premières ramifications. Plus loin, il cesse et les méristèles les plus fines n'en possèdent plus.

» 7. *Emmotacées.* — Composée actuellement de deux genres, la famille des Emmotacées se distingue de toutes les précédentes par la structure des étamines, du pistil et du fruit.

» L'étamine n'a dans son anthère que deux sacs polliniques, s'ouvrant chacun par une fente longitudinale, située dans l'angle externe, correspondant, par conséquent, à la paire interne d'une anthère ordinaire à quatre sacs. Le pistil comprend typiquement cinq carpelles épipétales, fermés et concrescents en un ovaire à cinq loges biovulées; mais les deux carpelles postérieurs avortent constamment, et l'ovaire ne développe que ses trois loges antérieures, ce qui rend la fleur zygomorphe. Pendant la transformation de l'ovaire en fruit, les trois loges s'accroissent également et le fruit est une drupe à noyau triloculaire. Dans chaque loge, un seul ovule se développe plus tard et donne un embryon accompagné d'un albumen nu, directement en contact avec le noyau.

» II. Ximéniales. — L'alliance des Ximéniales comprend, comme on sait, toutes les Inséminées unitegminées qui ont un pistil actinomorphe à carpelles uniovulés. Les genres qui la composent étaient tous classés jusqu'à présent dans la famille des Olacacées, d'où l'on a dû les exclure dans un Travail récent ([1]).

» 1. *Strombosiacées.* — Caractérisées par la conformation de l'ovaire, qui est uniloculaire dans sa région supérieure avec un placente central libre portant autant d'ovules anotropes pendants à raphé externe qu'il y a de carpelles et, par conséquent, de loges sous-jacentes, les Strombosiacées ont, en outre, un androcée formé d'autant d'étamines qu'il y a de pétales, superposées aux pétales et concrescentes avec eux sur une plus ou moins grande longueur. L'albumen y est à la fois amylacé et oléagineux. Cette famille compte actuellement trois genres.

» 2. *Ximéniacées.* — Réduite jusqu'ici à un seul genre, la famille des Ximéniacées

---

([1]) *Bull. de la Soc. bot.*, séance du 27 novembre 1896, p. 565.

est définie par sa fleur tétramère dans toutes ses parties, à deux verticilles d'étamines indépendants de la corolle, l'un épisépale, l'autre épipétale. Le pistil, qui est supère et épisépale, a ses carpelles complètement fermés et concrescents en un ovaire quadriloculaire dans toute sa longueur; chaque loge renferme, attaché au sommet de l'angle interne, en placentation axile, par conséquent, un ovule long et mince, anatrope, à raphé externe, muni d'un seul tégument. L'albumen y est exclusivement oléagineux.

» 3. *Tétrastylidiacées.* — Ne comprenant aussi, jusqu'à présent, qu'un seul genre, la famille des Tétrastylidiacées ressemble à celle des Ximéniacées par la tétramérie des fleurs. Elle en diffère par les étamines, en même nombre que les pétales et épipétales, dont les larges anthères sont creusées chacune de nombreux sacs polliniques superposés en quatre séries. Elle en diffère aussi par le pistil, qui est infère et épipétale.

» Somme toute, avec ses deux alliances et ses dix familles, la subdivision des Inséminées unitegminées ou Icacininées comprend actuellement cinquante-deux genres, dont plusieurs sont nouveaux. »

ANTHROPOMÉTRIE STATIQUE. — *Détermination de la surface, de la corpulence et de la composition chimique du corps de l'homme;* par M. **Ch. Bouchard.**

« Si l'on veut estimer l'intensité de la vie, c'est-à-dire la rapidité avec laquelle se fait la rénovation moléculaire de la partie vivante du corps, il importe, je l'ai montré par des exemples ([1]), de pouvoir, soit par des mensurations directes, soit à l'aide de formules, arriver à apprécier avec une suffisante approximation la composition chimique et la surface du corps.

» Ce qui agit dans l'être vivant, c'est exclusivement la cellule, qu'on l'envisage, soit dans son protoplasma albumineux, soit dans la masse nucléo-albumineuse de son noyau. C'est vrai même pour l'activité nutritive.

» L'albumine fixe, figurée, fonctionnante est en état de constante rénovation ; elle se détruit et se répare : c'est là essentiellement la vie. La phase de *destruction* de ce mouvement de rénovation, c'est la *désassimilation* qui se fait constamment et nécessairement, tant que la vie existe, et qui, en s'effectuant, dégage de l'énergie constamment et forcément, même s'il n'y a pas besoin d'énergie, même si cette énergie libérée est nuisible.

» D'autre part, cette albumine fixe, vivante est l'agent de la destruction

([1]) *Semaine médicale,* 17 mars 1897.

de la matière organique circulante, de la matière non vivante, que cette matière vienne du corps ou des aliments, qu'elle soit albumine, graisse ou sucre. Cette destruction de matière non vivante, opérée dans le corps par l'albumine vivante, c'est la *consommation* fonctionnelle ou respiratoire qui se règle automatiquement, non suivant l'abondance ou l'exiguïté des aliments, mais suivant les besoins de l'organisme : car cette destruction, elle aussi, dégage de l'énergie; elle en dégage proportionnellement aux besoins du fonctionnement, du mouvement en particulier, proportionnellement aussi aux pertes de calorique subies par l'économie.

» Si l'on suppose l'individu au repos, la consommation est en rapport avec la déperdition de chaleur et par conséquent avec le nombre des décimètres carrés de la surface.

» Il résulte de ce qui précède que la *désassimilation* est proportionnelle au poids du corps ou mieux au poids de l'albumine fixe et que la *consommation* fonctionnelle ou respiratoire est proportionnelle à la surface du corps.

» De là la nécessité de connaître : 1° le poids de la substance active, de l'albumine fixe; 2° l'étendue de la surface du corps et de la surface d'émission dévolue à l'unité de poids de la substance active, c'est-à-dire le nombre de décimètres carrés par lesquels s'élimine le calorique produit par la vie et le fonctionnement d'un kilogramme d'albumine fixe. On se rappellera qu'une part de ce calorique provient de la désassimilation de cette albumine fixe; qu'une autre part, extrêmement variable et souvent considérable par rapport à la première, provient de la consommation, c'est-à-dire de la destruction que cette albumine fixe fait subir à la matière circulante. On devra enfin se pénétrer de cette vérité : c'est que si le kilogramme de substance active oblige chacun des décimètres carrés qui lui sont alloués à éliminer sa part des calories produites, inversement chaque décimètre de surface oblige le kilogramme à dégager les calories qu'il élimine. La température du corps n'est constante qu'à cette double condition, plus les pertes par la surface sont grandes ou, ce qui revient au même, plus la surface est grande pour l'unité de substance active, plus l'activité de cette substance se trouve sollicitée.

» Pour éviter la perte de temps considérable qu'exige une mensuration directe de la surface du corps, faite à l'aide des méthodes géométriques, on a cherché à calculer la surface, à l'aide de formules empiriques, en partant d'une mesure corporelle facile à prendre. La formule de Meeh déduit la surface du poids qu'on peut, sans trop grande erreur, considérer comme égale au volume. Cette formule est la suivante : $12,3\sqrt[3]{P^2}$. Je l'ai

appliquée à douze personnes dont j'avais mesuré directement la surface et ai trouvé que, si elle est exacte pour l'homme très maigre, elle s'éloigne beaucoup de la vérité quand on l'applique à des individus de corpulence moyenne ou forte et qu'elle est inexacte pour la femme. J'ai pensé à substituer à cette formule empirique une autre formule qui tiendrait compte de deux mesures : le poids P et la taille H. J'assimilais alors la surface du corps à celle d'un cylindre qui aurait pour volume le volume du corps, qui est sensiblement égal à son poids, et pour hauteur la taille. La formule géométrique qui donne cette surface est $2\left(\frac{P}{H} + \pi H \sqrt[2]{\frac{P}{\pi H}}\right)$. En l'appliquant à des individus normaux j'ai reconnu qu'il convient de multiplier le résultat obtenu par 1,57 s'il s'agit d'un homme, par 1,44 s'il s'agit d'une femme. Mais, quand on s'éloigne de la corpulence moyenne, il faut changer la correction.

» J'ai eu alors l'idée d'ajouter une troisième mesure, le tour de taille C, et ai assimilé la surface du corps à la surface courbe de deux troncs de cône égaux appliqués par leur grande base, C étant la circonférence de cette grande base. Le calcul de cette surface suppose qu'on a déterminé les rayons R et r de la grande base et de la petite base pour chaque tronc de cône. Le calcul portant sur un seul de ces troncs de cône, son volume $p = \frac{P}{2}$, sa hauteur $h = \frac{H}{2}$. $R = \frac{C}{2\pi}$, $r = -\frac{R}{2} + \sqrt[2]{\frac{3p}{\pi h} - \frac{3R^2}{4}}$.

» La surface latérale d'un des troncs de cône est

$$\pi (R - r) \sqrt[2]{h^2 + (R - r)^2}.$$

» J'ai, à l'aide de cette formule, calculé la surface chez six hommes et chez six femmes, chez lesquels j'avais fait directement la mensuration par les moyens géométriques. La surface calculée était plus petite que la surface mesurée et réclamait, pour la correction, un multiplicateur qui se trouve indiqué pour chaque cas dans le Tableau suivant :

Corpulence.	Hommes.	Femmes.
Très obèse	1,48	1,42
Modérément obèse	1,55	1,62
Normal fort	1,68	1,47
Normal mince	1,65	1,49
Modérément maigre	1,61	1,53
Très maigre	1,59	1,63

» On voit que le multiplicateur à l'aide duquel se fait la correction est

peu différent de l'unité, et que les différents multiplicateurs, malgré la différence de corpulence des individus, diffèrent peu entre eux, ce qui est dû à l'introduction de la troisième mesure C.

» Cette formule, bien qu'elle me paraisse offrir plus de garanties que les précédentes et que celles qui vont suivre, a le tort grave de réclamer beaucoup de temps. Je pense que ceux qui reculeront devant les lenteurs de la mensuration directe et qui cependant estimeront que l'exactitude des résultats compense la perte du temps lui donneront la préférence.

» Cependant, j'ai cherché à simplifier, tout en tenant compte des trois mesures, et ai essayé cette autre formule $\sqrt[3]{P} \times \sqrt[2]{CH}$.

» Je donne encore, pour les douze cas où j'ai vérifié cette formule, les multiplicateurs qui établissent la correction :

Corpulence.	Hommes.	Femmes.
Très obèse	3,31	3,24
Modérément obèse	3,55	4,14
Normal fort	3,98	4,00
Normal mince	4,31	3,93
Modérément maigre	4,01	3,91
Très maigre	4,08	4,46

» Pour des raisons que fera comprendre la suite de cette Note, j'ai préféré revenir à la comparaison du corps au cylindre en assimilant la surface du corps à la surface latérale du cylindre et en tenant compte encore des trois mesures : la taille H, le poids P, le tour de taille C. J'ai pour cela associé ces mesures deux par deux et calculé la surface de trois cylindres. J'ai fait ensuite la moyenne des trois surfaces ainsi calculées, après avoir corrigé chacune d'elles par un multiplicateur fourni par la comparaison du résultat calculé avec le résultat de la mesure directe. Les formules géométriques de la surface de ces trois cylindres sont les suivantes :

$$CH, \quad 4\pi\frac{P}{C}, \quad 2\pi H\sqrt{\frac{P}{\pi H}}.$$

» En interposant, par le calcul, des formules intermédiaires entre les formules corrigées, vérifiées par la mesure directe, j'ai attribué pour chaque sexe, à des types de corpulence assez nombreux, des formules qui me semblent offrir une suffisante approximation. Mais je dois dire ce qui indique un type de corpulence.

» Il est difficile ou arbitraire d'assigner à un individu donné un type de corpulence, si l'on tient compte seulement de son poids et de la forme

générale de son corps, telle que la vue la fait connaître. La corpulence est indiquée par le quotient du poids divisé par la taille ; elle a pour formule $\frac{P}{H}$. Quelle que soit leur taille et quel que soit leur poids, les hommes qui ont le même quotient $\frac{P}{H}$ rentrent dans le même type de corpulence.

» Chez l'homme normal moyen, $\frac{P}{H} = 4,2$.

» Chez la femme normale moyenne, $\frac{P}{H} = 3,9$.

» L'homme n'est pas encore obèse quand sa corpulence s'élève à 4,8; il n'est pas encore maigre quand elle tombe à 3,6.

» La femme n'est pas encore obèse quand sa corpulence s'élève à 4,6; elle n'est pas encore maigre quand elle tombe à 3,1.

» Chez l'homme à partir de 5,4, chez la femme à partir de 5,0, c'est l'obésité manifeste qui peut monter jusqu'à 8, 9, 10.

» Chez l'homme à partir de 2,9, chez la femme à partir de 2,3, c'est le marasme qui peut descendre jusqu'à 2 et même jusqu'à 1,5.

» En ne tenant compte que des degrés de corpulence compris dans les limites extrêmes où ils se rencontraient chez les individus, hommes et femmes, dont j'ai mesuré directement la surface, j'ai pu dresser pour chaque sexe une échelle de 13° de corpulence, avec la formule correspondant à chaque type, qui permettra de déduire la surface du corps de la constatation des trois mesures : poids, taille, tour de taille.

Hommes.

Corpulence $\frac{P}{H}$.	Surface du corps.
8,6	$0,39\,CH + 7,67\frac{P}{C} + 3,09\,H\sqrt[2]{\frac{P}{3,14\,H}}$
7,8	$0,39\,CH + 7,97\frac{P}{C} + 3,13\,H\sqrt[2]{\frac{P}{3,14\,H}}$
7,0	$0,39\,CH + 8,16\frac{P}{C} + 3,16\,H\sqrt[2]{\frac{P}{3,14\,H}}$
6,2	$0,39\,CH + 8,41\frac{P}{C} + 3,2\,H\sqrt[2]{\frac{P}{3,14\,H}}$
5,4	$0,39\,CH + 8,66\frac{P}{C} + 3,24\,H\sqrt[2]{\frac{P}{3,14\,H}}$
5,1	$0,42\,CH + 8,68\frac{P}{C} + 3,37\,H\sqrt[2]{\frac{P}{3,14\,H}}$
4,8	$0,45\,CH + 8,7\frac{P}{C} + 3,5\,H\sqrt[2]{\frac{P}{3,14\,H}}$

Corpulence $\frac{P}{H}$.	Surface du corps.
4,2	$0,48\,CH + 8,33\frac{P}{C} + 3,47\,H\sqrt[2]{\frac{P}{3,14\,H}}$
3,6	$0,51\,CH + 7,96\frac{P}{C} + 3,45\,H\sqrt[2]{\frac{P}{3,14\,H}}$
3,3	$0,48\,CH + 7,89\frac{P}{C} + 3,38\,H\sqrt[2]{\frac{P}{3,14\,H}}$
2,9	$0,45\,CH + 7,82\frac{P}{C} + 3,31\,H\sqrt[2]{\frac{P}{3,14\,H}}$
2,6	$0,45\,CH + 7,78\frac{P}{C} + 3,31\,H\sqrt[2]{\frac{P}{3,14\,H}}$
2,3	$0,45\,CH + 7,74\frac{P}{C} + 3,31\,H\sqrt[2]{\frac{P}{3,14\,H}}$

Femmes.

7,0	$0,38\,CH + 7,09\frac{P}{C} + 3,2\ \ H\sqrt[2]{\frac{P}{3,14\,H}}$
6,5	$0,42\,CH + 7,06\frac{P}{C} + 3,25\,H\sqrt[2]{\frac{P}{3,14\,H}}$
6,0	$0,45\,CH + 7,03\frac{P}{C} + 3,31\,H\sqrt[2]{\frac{P}{3,14\,H}}$
5,5	$0,49\,CH + 7,0\frac{P}{C} + 3,36\,H\sqrt[2]{\frac{P}{3,14\,H}}$
5,0	$0,53\,CH + 6,97\frac{P}{C} + 3,41\,H\sqrt[2]{\frac{P}{3,14\,H}}$
4,8	$0,51\,CH + 6,88\frac{P}{C} + 3,18\,H\sqrt[2]{\frac{P}{3,14\,H}}$
4,6	$0,49\,CH + 6,79\frac{P}{C} + 2,94\,H\sqrt[2]{\frac{P}{3,14\,H}}$
3,9	$0,48\,CH + 6,64\frac{P}{C} + 3,03\,H\sqrt[2]{\frac{P}{3,14\,H}}$
3,1	$0,47\,CH + 6,49\frac{P}{C} + 3,12\,H\sqrt[2]{\frac{P}{3,14\,H}}$
2,7	$0,46\,CH + 6,95\frac{P}{C} + 3,17\,H\sqrt[2]{\frac{P}{3,14\,H}}$
2,3	$0,44\,CH + 7,4\ \ \frac{P}{C} + 3,22\,H\sqrt[2]{\frac{P}{3,14\,H}}$
2,2	$0,48\,CH + 7,24\frac{P}{C} + 3,48\,H\sqrt[2]{\frac{P}{3,14\,H}}$
2,1	$0,52\,CH + 7,07\frac{P}{C} + 3,74\,H\sqrt[2]{\frac{P}{3,14\,H}}$

» Si je donne la préférence à ces formules et si je leur sacrifie celles qui assimilent le corps à deux troncs de cône appliqués par leurs bases correspondantes, malgré la supériorité théorique de ces dernières, c'est parce que l'assimilation du corps à un cylindre donne à la formule $\frac{P}{H}$ de la corpulence une signification géométrique utilisable pour la détermination de la composition chimique du corps. $\frac{P}{H}$ est, en effet, un segment du cylindre corporel total, cylindre qui a 1 décimètre de haut, toutes les mesures étant en décimètres, P indiquant des kilogrammes ou des décimètres cubes, et la surface étant comptée en décimètres carrés. Ce segment, qui a 1 pour hauteur, a $\frac{P}{H}$ pour volume et a aussi $\frac{P}{H}$ pour surface de sa base. Pour tous les individus qui ont le même type de corpulence, ce segment est identique comme volume, comme composition. Les individus d'un même type ne diffèrent entre eux que par le nombre de cylindres superposés que représente leur corps. La surface latérale est aussi la même pour le segment cylindrique de chaque type. Mais cette surface géométrique est plus petite que la surface vraie; et, pour que l'assimilation au corps soit parfaite, même en ce qui concerne la surface, il faut canneler ce cylindre sans modifier l'aire de sa base, augmenter la circonférence de cette base en la transformant en une ligne sinueuse qui pénètre dans l'intérieur du cercle et sort du cercle enlevant à sa surface des portions qu'elle lui restitue extérieurement, si bien que le périmètre et la surface latérale augmentent sans que le volume soit modifié.

» Ce segment de cylindre, abstraction faite de sa surface latérale, s'il a 1 comme hauteur et $\frac{P}{H}$ comme volume, c'est ce que je nomme le *segment anthropométrique*.

» Ce segment, chez l'homme normal, a la composition normale. Étant donné que 1^{kg} moyen du corps de l'homme normal renferme : 160^{gr} d'albumine dont 151,5 d'albumine fixe et 8,5 d'albumine circulante; 130^{gr} de graisse, 660^{gr} d'eau et 50^{gr} de cendres, le segment anthropométrique de l'homme normal moyen dont le type $\frac{P}{H}$ est 4,2 a pour poids 4200^{gr} et renferme 636^{gr} d'albumine fixe, 36^{gr} d'albumine circulante, 546^{gr} de graisse, 2772^{gr} d'eau et 210^{gr} de cendres.

» L'obésité ne changeant rien à l'albumine, à l'eau et aux cendres, si chez un obèse $\frac{P}{H} = 8$, le segment anthropométrique pèsera 8000^{gr}, aura, comme le segment normal, 636^{gr} d'albumine fixe, 36^{gr} d'albumine circu-

lante, 2772^{gr} d'eau, 210^{gr} de cendres, mais il aura 4346^{gr} de graisse au lieu de 546^{gr}; ce qui donne au kilogramme du corps la composition suivante: 79,5 d'albumine fixe, 4,5 d'albumine circulante, 346,5 d'eau, 26,5 de cendre et 543,5 de graisse.

» On comprend l'importance de cette notion. Tandis qu'on compare généralement 1^{kg} d'individu à 1^{kg} d'un autre individu pour l'estimation du taux de la nutrition déduit du poids des matériaux éliminés, on devra se pénétrer de cette idée que ce qui est actif, ce qui subit ou provoque les destructions, l'albumine, qui compte pour 160^{gr} dans 1^{kg} d'homme normal, pourra ne plus compter que pour 84^{gr} dans certains cas d'obésité.

» La possibilité de calculer rapidement la surface du corps, la notion du degré de corpulence correspondant au segment anthropométrique, la possibilité de calculer la composition de ce segment anthropométrique nous mettent en état de calculer la quantité de l'albumine fixe, qui seule est active, et la surface d'émission qui est, pour chaque individu, attribuée à l'unité de poids de cette albumine fixe.

» Les produits de la nutrition, les produits chimiques : urée, acide carbonique, eau, et les produits dynamiques: calories, dépendent de la quantité de l'albumine fixe et de l'intensité de son activité. L'action de cette albumine chez l'homme au repos dépend surtout de l'étendue de la surface par où se fait la déperdition de l'énergie.

» Les notions précédentes aideront, je crois, à mesurer cette intensité de la nutrition. »

CHIMIE. — *Détails sur la méthode suivie dans les recherches cryoscopiques précises;* par M. **F.-M. Raoult.**

« J'ai déjà dit que, depuis longtemps, pour éviter l'erreur provenant de l'influence du réfrigérant sur la température de congélation d'une dissolution, je fixe la température du réfrigérant en un point tel, que la température convergente de l'éprouvette cryoscopique se confonde avec la température de congélation de la dissolution qu'elle renferme. Cela ne présente aucune difficulté puisque, dans le cryoscope à éther et à agitateur rotatif dont je me sers, on peut faire varier à son gré la température du réfrigérant (*Comptes rendus* du 28 septembre 1896). Toute la question est de connaître d'avance et dans chaque cas particulier l'excès de la température convergente sur celle du bain. Il y a, pour cela, plusieurs moyens.

» Un premier moyen consiste à fixer la température du réfrigérant en un point déterminé et à communiquer à l'agitateur de l'éprouvette cryoscopique le même mouvement de rotation que dans les expériences définitives. Au bout d'un temps plus ou moins long, la température de l'éprouvette cryoscopique devient tout à fait stationnaire. En ce moment, l'éprouvette est à la température convergente qui correspond aux conditions de l'expérience.

» L'opération, faite comme je viens de le dire, est un peu longue, mais on peut arriver beaucoup plus rapidement au but de la manière suivante. L'éprouvette cryoscopique étant dans le moufle du réfrigérant et à la température voulue, on communique à son agitateur un mouvement de rotation uniforme et déterminé. On amène le réfrigérant à une température presque égale, puis on attend que les thermomètres de l'éprouvette et du réfrigérant aient pris une marche régulière. Si le thermomètre de l'éprouvette monte, on refroidit très lentement le bain d'éther. On voit alors le thermomètre de l'éprouvette ralentir sa marche ascendante, puis s'arrêter et enfin redescendre. Au moment où il est stationnaire, il donne une première valeur de l'excès de la température convergente sur celle du bain. Cette première valeur est un peu trop forte. Pour avoir une seconde valeur de cette quantité, on réchauffe très lentement le réfrigérant. Le thermomètre de l'éprouvette qui, en ce moment, est en voie de baisser, ralentit son mouvement, reste quelque temps stationnaire, puis remonte. Cette seconde température stationnaire donne une deuxième valeur de la différence entre la température convergente et celle du réfrigérant, et qui, cette fois, est un peu trop faible. La moyenne de ces deux valeurs est la quantité cherchée. L'approximation est de deux ou trois centièmes de degré; ce qui est très suffisant.

» J'ai procédé à cette détermination un très grand nombre de fois, en employant le dispositif auquel je me suis arrêté depuis longtemps, et que j'ai décrit dans une conférence à la *Société chimique* de Paris (*Revue scientifique* du 15 septembre 1894). L'éprouvette cryoscopique a, comme je l'ai dit et figuré, la forme d'une éprouvette à gaz, à fond rond, à bords évasés; mais elle n'est nullement en *verre épais*, comme M. Ponsot me le fait dire gratuitement. Elle est, au contraire, en verre mince, de $1^{mm},5$ d'épaisseur, de 170^{mm} de longueur et de 45^{mm} de diamètre. On y verse 125^{cc} de liquide. On la bouche par un bouchon de liège de 50^{mm} de longueur, percé d'un trou central qui livre passage à la tige du thermomètre agitateur; en outre, on la recouvre avec six disques superposés en drap épais, fendus jusqu'à

un trou central dans lequel la tige du thermomètre passe à frottement. Dans toutes les expériences comparatives, j'ai employé le même thermomètre muni du même agitateur en toile de platine, animé d'un mouvement de rotation régulier communiqué par une turbine. Les dimensions de l'agitateur sont telles qu'il ne se produit aucun frottement entre lui et les parois de l'éprouvette.

» Le Tableau ci-après présente quelques-uns des résultats ainsi obtenus, dans différentes circonstances.

Excès de la température de l'air sur celle du réfrigérant.	Nombre de tours de l'agitateur par seconde.	Nature du liquide placé dans l'éprouvette.	Excès de la température convergente de l'éprouvette sur celle du réfrigérant.
12°	2,5	Eau.	0°,06
12	5	Eau.	0,11
20	5	Eau.	0,10
11	5	Solution d'iodure de potassium. (Densité : 1,4.)	0,09
10	5	Eau mêlée de 2 pour 100 de naphtaline sublimée.	0,11
11	5	Eau mêlée de 2 pour 100 d'ac. benzoïque sublimé.	0,10

» L'inspection de ce Tableau donne lieu aux observations suivantes :

» L'excès de la température convergente sur celle du bain dépend surtout de la vitesse de l'agitateur ; il est donc presque entièrement dû à la chaleur dégagée par l'agitation. La température de l'air n'a pas d'influence sensible, parce que l'instrument est complètement protégé par des enveloppes isolantes. La présence, dans l'eau de l'éprouvette, de matières solides analogues à des paillettes de glace, telles que de la naphtaline ou de l'acide benzoïque sublimés, ne modifie pas la température convergente ; il y a donc tout lieu de croire que la présence de paillettes de glace ne la modifie pas davantage.

» A l'aide de quelques expériences préliminaires, il est donc aisé de connaître d'avance, à quelques centièmes de degré près, l'excès de la température convergente sur celle du bain, pourvu que l'instrument reste le même, ainsi que la vitesse de l'agitateur.

» L'expérience prouve d'ailleurs que, quand la surfusion est de 0°,5 au moins (et, dans mes expériences, elle n'est jamais moindre), la température convergente peut s'écarter de la température de congélation de 0°,05

en plus ou en moins, sans qu'il en résulte d'effet appréciable sur la température de congélation observée. En résumé, il est facile de réaliser les conditions requises pour que l'influence de la température du réfrigérant soit complètement annihilée.

» Mais il est d'autres causes d'erreur importantes et dont, en France du moins, les observateurs qui se piquent le plus de précision ne se sont pas encore préoccupés : je veux parler de celles qui résultent des variations accidentelles du zéro du thermomètre. Ces variations sont continuelles et peuvent atteindre plusieurs millièmes de degré en un jour, ou même en quelques heures. Si, par exemple, après une journée de travail vers zéro, le thermomètre reste suspendu dans l'air du laboratoire, vers 15°, pendant la nuit, le zéro monte d'environ 0°,002. Si, pendant la journée suivante, le thermomètre sert de nouveau à des expériences sur la congélation de l'eau, le zéro baisse irrégulièrement depuis le matin jusqu'au soir et, à peu près, de la même quantité. J'élimine presque complètement ces sortes de variations en conservant le thermomètre à zéro, dans une glacière, pendant tout le temps qu'il n'est pas employé dans le cryoscope. Mais il est des perturbations thermométriques d'un autre ordre et qui ne peuvent être évitées. De ce nombre sont celles qui résultent de l'action de la pression atmosphérique, qui agit sur le réservoir du thermomètre comme sur un baromètre holostérique et qui, pour une variation de 1^{mm} dans la hauteur barométrique, entraîne un déplacement du zéro de 0°,000184. Il en est d'autres encore.

» En présence de ces fluctuations thermométriques, et plutôt que de risquer des corrections incertaines, j'ai pris le parti de placer chaque mesure du point de congélation d'une dissolution, entre deux mesures du point de congélation de l'eau, faites immédiatement l'une avant, l'autre après, dans les mêmes conditions, et dont je prends la moyenne. Le travail en devient beaucoup plus long, mais j'y gagne une confiance complète dans les résultats.

» Grâce à toutes ces précautions, je crois pouvoir mesurer les abaissements du point de congélation avec une approximation de 0°,0005. J'en ai profité pour faire une étude méthodique de l'*influence de la surfusion sur le point de congélation des dissolutions aqueuses*. J'aurai l'honneur d'en communiquer prochainement les résultats à l'Académie. »

CORRESPONDANCE.

M. de Bernardières prie l'Académie de vouloir bien le comprendre parmi les candidats à la place laissée vacante, dans la Section de Géographie et Navigation, par le décès de M. *d'Abbadie*.

(Renvoi à la Section.)

PHYSIQUE. — *Sur l'action physiologique des rayons X.* Note de M. W. Crookes.

« Je puis corroborer entièrement les observations du savant auteur de la Note qu'on vient d'entendre ([1]).

» Je crois cependant que les rayons X agissent avec une intensité différente sur différentes personnes.

» En particulier, j'ai longtemps travaillé sur des tubes produisant ces sortes de rayons et j'ai été exposé à leur action pendant plus d'heures peut-être que la plupart des expérimentateurs, sans pourtant en subir aucun effet ni sur le visage ni sur les mains. D'autre part, j'ai vu des effets physiologiques très marqués, analogues à ceux dont on vient de parler, se produire sur des personnes qui avaient été exposées aux rayons X beaucoup moins longtemps que moi.

» Je suis donc tenté de penser que l'action très énergique, souvent observée avec ces rayons, dépend, jusqu'à un certain point, de l'idiosyncrasie de l'expérimentateur. »

PHYSIQUE. — *Comparaison de l'absorption par les milieux cristallisés des rayons lumineux et des rayons Röntgen.* Note de M. V. Agafonoff, présentée par M. A. Cornu.

« Occupé depuis deux ans de la question de l'absorption de la lumière, et particulièrement de la lumière ultra-violette, dans les milieux cristal-

---

([1]) Ces observations ont été présentées par M. Crookes, à la suite de la lecture de la Note de M. Sorel (*Comptes rendus*, séance du 12 avril, p. 826).

lisés, j'ai jugé intéressant de profiter des cristaux que j'avais rassemblés à cette occasion pour examiner aussi, en passant, l'absorption qu'ils exercent sur les rayons Röntgen. N'ayant du reste pas l'intention d'approfondir cette question, j'ai disposé les expériences de la manière la plus simple, et j'ai procédé comme M. Meslans l'a déjà fait dans des recherches analogues.

» Les lames cristallines étaient disposées les unes à côté des autres sur une feuille de carton mince, de 18^{cm} sur 12^{cm}, que l'on plaçait ainsi chargée sur le châssis contenant une plaque sensible de la même dimension. Un petit tube focus, actionné par une bobine de quelques centimètres d'étincelle, était disposé au-dessus à une distance de 20^{cm}. Outre les cristaux à étudier, le carton portait des cristaux, toujours les mêmes, de formiate de strontium, de salol et de sulfate de nickel et d'ammonium, ainsi qu'une chaîne mi-partie d'or et de platine, destinés à permettre la comparaison de différents clichés.

» J'ai étudié ainsi 149 lames cristallisées, appartenant à une centaine de substances différentes, en les répartissant successivement sur six cartons, comme il vient d'être indiqué; les lames avaient généralement de 1^{mm} à 4^{mm} d'épaisseur, quelques-unes jusqu'à 8^{mm}. Je me suis assuré d'ailleurs, en opérant sur diverses lames de même nature, que ces différences d'épaisseur n'ont pas une influence suffisante pour empêcher la comparaison purement qualitative que j'avais en vue.

» Pour résumer ci-après mes résultats, j'ai réparti les cristaux étudiés en cinq groupes, de transparences nettement différentes. Dans chaque groupe, j'ai tâché de les classer le mieux possible suivant l'ordre croissant de leurs transparences, sans pouvoir cependant, en raison des épaisseurs différentes de mes lames, garantir que ce classement soit rigoureusement exact.

» *Premier groupe,* presque opaque; l'absorption est comparable à celle qui est produite par la chaîne de platine et d'or : sulfates de manganèse, de cuivre, de cadmium, de didyme, de magnésium, de nickel, d'ammonium et de potassium; azotates de strontium, de mercure, d'uranium; formiate de strontium.

» *Deuxième groupe,* très peu transparent : azotate de cuivre, tétrabromyrdialile, chlorbenzyle.

» *Troisième groupe,* peu transparent : alun d'ammonium; azotates de potassium, de sodium, d'ammonium; chloralhydrate, sulfate d'hydrasine; mallate d'ammonium; acide hémimellitique, acide tartrique, dinitrochlorbenzène.

» *Quatrième groupe,* assez transparent : résorcine, acide citrique, antipyrine, mannite, métylacétaniline, isodulcite, hexamétylène, vanilline, acide nitranisique, salol, érythrite.

» *Cinquième groupe,* très transparent : benzophénone, acide cinnamique, acide quinique, asparagine, cholestrophane, bornéol.

» De tous les minéraux que j'ai examinés, la célestine, la cassitérite et la blende rentrent seules dans le premier groupe et la mellite dans le cinquième. Tous les autres : soufre, zircon, azurite, vivianite, épidote, cordiérite, saphir, rubis, sanidine, apophyllite, topaze, béryl, andalousite, tourmaline, phénaxite, atinite, diopside, titanite, boracite, aragonite, mélinophane, sel gemme, brookite, adulaire, mica, appartiennent aux second et troisième groupes.

» En étudiant mes clichés, j'ai été surpris de trouver qu'il existe en général une sorte d'opposition entre l'absorption pour les rayons lumineux et pour les rayons Röntgen. Les sulfates, très transparents pour la lumière ultra-violette, sont, en général, d'une extrême opacité pour les rayons Röntgen. L'inverse a lieu pour la plupart des combinaisons organiques cristallisées. Les azotates absorbent les rayons lumineux plus que les sulfates et moins que les corps organiques; les rayons Röntgen, au contraire, moins que les sulfates et plus que les corps organiques. Il semble ensuite que, tandis que la nature de l'acide joue un rôle à peu près d'égale importance pour l'absorption des deux espèces de radiations, la nature de la base influe au contraire davantage dans le cas des rayons Röntgen. Par exemple, le formiate et l'azotate de strontium sont aussi opaques que les sulfates, et comparables à l'or et au platine. L'alun d'ammonium, au contraire, est plus transparent que les sulfates ne le sont, en général, ce qui est sans doute dû à la présence de l'aluminium. »

OPTIQUE. — *Sur la lumière noire.* Note de M. **Perrigot**, présentée par M. Mascart.

« M. Gustave Le Bon, dans une Communication insérée aux *Comptes rendus* du 5 avril 1897, décrit quelques expériences qu'il rattache aux propriétés de ce qu'il appelle la *lumière noire.* Dans ces expériences, une plaque sensible, préalablement voilée, est recouverte d'une mince feuille d'ébonite, d'environ $\frac{1}{2}$ millimètre d'épaisseur, sur laquelle on a collé des lettres découpées dans une feuille de métal. La plaque sensible ayant été exposée derrière cette feuille d'ébonite pendant trois heures, à la lumière diffuse, on trouve, après développement, les images des lettres en noir sur fond gris. M. Le Bon explique ces faits en admettant que la lumière ordi-

naire, en tombant sur les lettres métalliques, se transforme en un mode d'énergie particulier capable de traverser la couche d'ébonite sous-jacente absolument opaque, dit-il, pour la lumière blanche.

» Nous avons repris ces expériences avec tous les soins recommandés par leur auteur, et nous avons, en effet, obtenu les résultats annoncés en nous servant de plaques Lumière, marque jaune. Mais l'explication qu'en donne M. Le Bon nous paraît erronée, car on ne peut admettre que l'ébonite sous l'épaisseur de $\frac{1}{2}$ millimètre soit complètement opaque pour la lumière blanche; l'expérience, d'ailleurs, prouve le contraire. Si, en effet, l'on reprend les recherches citées plus haut, mais en remplaçant la plaque voilée par une autre n'ayant pas subi d'exposition préalable, de même fabrication, on obtient des résultats inverses : les images des lettres métalliques se détachent en clair sur fond sombre. Voilà donc deux résultats absolument contradictoires : dans le premier cas, d'après M. Le Bon, le métal serait doué de la propriété de transformer une partie de la lumière ordinaire incidente, de façon à lui faire traverser la couche d'ébonite, tandis que, dans le second cas, et alors qu'on emploie *une plaque sensible n'ayant pas subi d'exposition préalable*, cette propriété, non seulement aurait disparu pour le métal, mais aurait été acquise par l'ébonite.

D'autre part, si l'on concentre sur la lame d'ébonite la lumière provenant d'un arc voltaïque, l'œil perçoit très bien cette lumière à travers la lame; on ne comprendrait donc pas pourquoi celle-ci, qui est transparente pour l'œil, ne le serait pas pour la plaque photographique.

» Les faits cités par M. Le Bon sont dus simplement à la transparence de l'ébonite pour la lumière blanche et se rattachent tout naturellement au phénomène bien connu de l'inversion des images photographiques, dont MM. A. et L. Lumière ont donné la loi complète dans une Communication à la Société française de Photographie, le 6 juillet 1888, et que nous allons résumer en quelques lignes.

» Quand on soumet une série de plaques au gélatino-bromure d'argent, provenant d'une même émulsion, à l'action de plus en plus prolongée d'une source lumineuse, on remarque, après développement, que la réduction du bromure d'argent croît d'abord rapidement avec la durée de l'exposition, puis atteint un *maximum*, et *décroît* ensuite jusqu'à une certaine limite, à partir de laquelle aucune modification ne semble se produire, quelque prolongée que soit l'exposition.

» Cela posé, revenons aux faits qui nous occupent. La plaque sensible ayant été voilée préalablement donnera, au développement, une opacité

déterminée. Dans l'exposition consécutive à la lumière diffuse, les objets métalliques superposés à l'ébonite ne laissant pas passer la lumière, les parties correspondantes de la glace sensible, après développement, conserveront cette opacité; l'ébonite, au contraire, se laissant traverser par la lumière, celle-ci continuera d'agir en tous les points non recouverts de métal, et l'on conçoit que, pour un temps d'exposition suffisamment long, il y ait inversion, de façon que l'opacité correspondant à ces points-là, dans l'image développée, soit inférieure à la précédente; on verra donc, par suite, les images des objets métalliques se détacher en noir sur un fond gris.

» Nous avons poussé plus loin l'expérience, et, au lieu de rendre la lame d'ébonite plus opaque, en certains points, par la superposition d'objets métalliques, nous l'avons, au contraire, rendue plus transparente en creusant, suivant une diagonale, une rainure large de 10^{mm} et profonde de $0^{mm},2$ environ; puis, suivant l'autre diagonale, nous avons collé une bande d'ébonite de même épaisseur.

» Après une exposition de trois heures à la lumière diffuse, nous avons trouvé sur l'épreuve développée (et préalablement voilée) : une bande grise correspondant à la diagonale creusée et une bande plus sombre correspondant à la diagonale épaissie se détachant sur un fond gris d'opacité *intermédiaire*. Cette expérience, reprise avec une plaque sensible n'ayant pas subi d'exposition préalable, a donné des résultats absolument inverses, conformément à nos prévisions.

» Ainsi donc, la lumière noire n'a pas à intervenir dans l'explication de phénomènes qui se rattachent à des faits dont la loi est parfaitement connue et qui, par conséquent, pouvaient être prévus. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la séparation du chlore et du brome.* Note de MM. **H. Baubigny** et **P. Rivals**, présentée par M. Troost.

« Les dosages du chlore, du brome et de l'iode dans un mélange de sels halogénés ont été pendant longtemps considérés comme des opérations d'une grande difficulté. Ils n'étaient en effet possibles qu'en employant des méthodes indirectes, généralement inexactes et ne permettant aucun contrôle; et si aujourd'hui l'on sépare avec précision l'iode des deux autres éléments, les procédés qui ont été donnés, même dans ces dernières années, pour doser le chlore en présence du brome ou inversement, sont encore imparfaits. C'est ce fait qui nous a conduits aux recherches actuelles.

» Nous ne considérerons donc tout d'abord que l'étude d'un mélange de chlorures et de bromures. De plus, nous ne nous arrêterons qu'aux deux cas suivants, le problème pouvant toujours s'y ramener : 1° le chlore et le brome sont à l'état de sels alcalins; 2° à l'état de sels d'argent.

» *Sels alcalins*. — Les méthodes modernes de séparation des éléments halogénés se basent en général sur les propriétés différentes de leurs hydracides en présence des divers oxydants, dont les effets varient également avec les conditions d'expérience. Comme agents d'oxydation, on a successivement employé les bioxydes de plomb, de manganèse, l'eau oxygénée, les chromates, le permanganate, de même que le persulfate d'ammoniaque, les arséniates, etc., le plus souvent en présence d'une petite quantité d'acides sulfurique ou acétique, ou d'un sel facilement décomposable, tel que le sulfate de peroxyde de fer ou d'aluminium. Mais toujours il faut satisfaire au fait indispensable d'avoir une solution suffisamment étendue pour que l'oxydation se limite à l'un des hydracides.

» De tous ces oxydants, ceux qui sont solubles sont évidemment les plus parfaits; du moins, ils sont les plus réguliers dans leur action, et de ces derniers le permanganate de potassium est l'un des plus énergiques. D'autre part, Péan de Saint-Gilles a montré que, si l'on traite un mélange de sels alcalins halogénés en liqueur neutre ou alcaline par un excès de permanganate, tout l'iode, et l'iode seul, est oxydé, de telle sorte que l'iodure est entièrement transformé en iodate, sans que les chlorures et bromures alcalins soient altérés même à 100°.

» Mais si le permanganate n'agit pas sur les bromures de potassium ou de sodium, rien ne prouvait qu'il dût en être de même pour ceux de tous les métaux. En effet, nous avons reconnu que, si à froid la solution de chlorure de cuivre neutre n'est pas attaquée par le permanganate, celle du bromure de même métal est décomposée avec mise en liberté de brome.

» Le phénomène d'oxydation n'est pas de même ordre que pour les iodures alcalins, mais, tel qu'il est, il permet cependant de séparer le brome et le chlore; car dans un chlorure ou un bromure alcalin, l'addition de sulfate de cuivre neutre, en vertu de la loi des partages, détermine la formation de chlorure ou de bromure de cuivre. Si donc on ajoute ensuite un peu de permanganate, le brome est déplacé, quand le mélange renferme du bromure. Il est aisé de démontrer que la réaction est quantitative dans ces dernières conditions.

» Pour cela, ayant préparé des solutions titrées de chlorure et de bromure alcalins, nous avons opéré avec ces liqueurs, d'abord séparément, et, ensuite, en les mélangeant en proportions déterminées. Dans nos expériences, les quantités de sels ont varié

de 0,120 à $0^{gr},400$, et pour ces poids nous avons employé de 4^{gr} à 8^{gr} de sulfate de cuivre et de $0^{gr},350$ à $0^{gr},400$ de permanganate. On commence par dissoudre le sulfate $CuSO^4 + 5H^2O$ avec le sel alcalin, et dans le liquide refroidi les cristaux de permanganate; puis, le vase est placé dans le vide, à la température ordinaire (15°-18°), au-dessus de fragments de potasse. Le lendemain le résidu sec, repris par un peu d'eau, ne dégage aucune odeur [1]. On fait alors la dissolution totale en ajoutant assez d'acide sulfureux pour réduire MnO^2 et ce qui reste de permanganate, et dans le liquide on précipite le chlore ou le brome à l'aide de nitrate d'argent, très fortement nitrique, pour obvier à la réduction d'un peu de nitrate par l'excès d'acide sulfureux, qui se détruit, d'ailleurs, si l'on chauffe en présence de l'acide azotique.

» On ne recueille le bromure ou le chlorure qu'une fois que la liqueur est refroidie, car nous ferons voir ultérieurement que le chlorure d'argent surtout est sensiblement soluble dans l'eau bouillante, même neutre.

» En opérant ainsi, voici quelques-uns des résultats obtenus :

Valeur en sel d'Ag du K Br employé.	Ag Br retrouvé.	Valeur en sel d'Ag du Na Cl employé.	Ag Cl retrouvé.
gr 0,192	gr 0,0005	gr 0,2922	gr 0,2917
0,384	0,0006	0,586	0,5858
»	»	0,876	0,8756

» Au sujet des essais avec le chlorure, nous devons ajouter que, pour chacun d'eux, le résidu sec a été remouillé et redesséché deux fois dans le vide, pour exagérer la décomposition du chlorure, si elle était susceptible de se produire; l'action peut donc être considérée comme nulle.

» Enfin, pour les mélanges des chlorures et bromures, l'expérience a donné :

Valeur en sel d'Ag		
pour Na Cl employé.	pour K Br employé.	Sel d'argent retrouvé.
gr 0,5844	gr 0,192	gr 0,5854
0,0731	0,576	0,0730

» Or tous les agents employés antérieurement avec le permanganate pour décomposer les bromures attaquent également les chlorures à froid, si l'on concentre la liqueur; c'est ce que nous avons déjà énoncé précé-

---

(1) Pour cette dessiccation, il faut employer un vase à grande surface, de façon à avoir une évaporation rapide et un résidu de faible épaisseur, pour éviter toute occlusion dans la masse des dernières traces de brome. Il va de soi aussi qu'on s'est préalablement assuré que le sulfate de cuivre et le permanganate ne renfermaient pas de chlorure. On peut, d'ailleurs, purifier le permanganate en l'agitant avec du carbonate d'argent, et filtrant ensuite la liqueur sur du coton de verre.

demment quand nous disions que dans toutes les méthodes données il fallait satisfaire à une condition indispensable, qui était d'avoir une solution suffisamment étendue pour que l'oxydation se limite à l'un des acides. Cela se conçoit de reste pour le procédé de Berglund, qui se sert de bisulfate de potassium; mais le fait est encore vrai pour celui de White qui emploie le sulfate d'aluminium. En opérant comme lors de nos essais avec le sulfate de cuivre, mais en lui substituant de 1gr, 2 à 2gr de $Al^2(SO^4)^3$ sec, pur et neutre, comme l'avait préparé l'un de nous au sujet de ses recherches sur le poids atomique de l'aluminium, nous avons constaté dans chaque expérience une perte sensible de chlore.

	Valeur en sel d'Ag du Na Cl employé.	Valeur en sel d'Ag du K Br employé.	Ag Cl retrouvé.	Perte par rapport à Ag Cl total.
	gr		gr	gr
(1).....	0,2865	Nul	0,2677	0,0188
(2).....	0,293	0gr,192	0,2480	0,0550
(3).....	0,2865	0gr,151	0,1626	0,1239
(4).....	0,0765	0gr,151	0,0165	0,0600

» Nous remarquerons que dans les essais (3) et (4) les pertes en chlore sont relativement plus sensibles, et cependant ce sont ceux pour lesquels on a employé les quantités minima de $Al^2(SO^4)^3$, soit 1gr, 2, alors que l'on en avait pris 2gr pour le premier et 1gr, 7 pour le second. C'est que pour ces deux essais (3) et (4) le résidu sec a été remouillé et resséché dans le vide par deux fois, ce qui a accentué la décomposition; et en effet à chaque reprise du résidu sec par l'eau, la solution émet une légère odeur acidulée spéciale, qui n'a aucune analogie avec celle du brome et qui ne se produit jamais lors de l'emploi du sel de cuivre.

» Dans une prochaine Note, si l'Académie veut bien nous le permettre, nous indiquerons les résultats auxquels nous ont conduits ces premières observations. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Séparation du nickel d'avec le cobalt et le fer, et du cobalt d'avec l'aluminium.* Note de M. E. **Piñerúa**, présentée par M. Troost.

« La séparation du nickel et du cobalt présente, comme l'on sait, des difficultés considérables; la méthode fondée sur l'emploi de l'azotite de potasse donne de bons résultats, mais elle est longue et demande des conditions particulières (Fleitmann, *Z. f. anal. Chem.*, t. XIV, p. 76; 1875); la précipitation du cobalt seul par le nitroso-β-naphtol (Knorre et Ylinski,

Z. f. anal. Chem., t. VI, p. 264; 1893) est d'une exécution délicate; on arrive plus rapidement à la séparation de ces deux métaux en s'appuyant sur l'insolubilité du chlorure de nickel dans de l'éther saturé à basse température par du gaz acide chlorhydrique. Le chlorure de cobalt et celui de fer se dissolvent facilement, au contraire, dans ce réactif.

» Les métaux sont amenés d'abord à l'état de chlorures que l'on dissous dans le moins d'eau possible; on ajoute un mélange à volumes égaux d'acide chlorhydrique fumant et d'éther ordinaire ou mieux d'éther anhydre (20^{cc} de ce mélange pour $0^{gr},3$ à $0^{gr},4$ de chlorure); puis on dirige dans la liqueur un courant d'acide chlorhydrique, de manière à l'en saturer, tout en la maintenant dans un mélange d'eau et de glace pour éviter que la température ne s'élève. Le nickel se précipite sous la forme d'une poudre cristalline lourde; le fer reste dans la dissolution qu'il colore en vert; il en est de même du cobalt qui donne lieu à une coloration bleu intense (chlorure acide de Engel). Le précipité jaune de chlorure de nickel est lavé par décantation avec de l'éther saturé de gaz chlorhydrique, recueilli sur un filtre où on le lave encore; puis le nickel est dosé par les méthodes ordinaires, par exemple à l'état de sulfate.

» On constate, à l'aide de ce procédé, que la plupart des chlorures de nickel et de cobalt du commerce, qualifiés purs, ne le sont pas; ceux de cobalt contiennent du nickel et du fer, dont l'un se précipite, tandis que l'autre communique à la liqueur une teinte bleu verdâtre au lieu du bleu pur que donne le cobalt seul; les chlorures de nickel renferment du cobalt et du fer. Certains phénomènes, qui demandent une étude plus attentive, nous portent à penser, avec Kriëss et Schmidt, Remler, Winckler, de Coninck, etc., que le cobalt et le nickel contiennent probablement des éléments encore inconnus.

» Le même procédé conduit à la séparation du cobalt et de l'aluminium, le chlorure d'aluminium étant, comme celui de nickel, insoluble dans l'éther saturé à froid d'acide chlorhydrique; c'est une méthode analogue à celle dont se sont servis Haurier et Rothe pour séparer l'aluminium du fer, et qui a été modifiée par J.-A. Gosch et J.-S. Harens (*Chem. News*, vol. LXXIV, n° 1934; décembre 1896).

» Pour séparer le nickel du fer, il faut prolonger le lavage à l'éther du chlorure de nickel qui retient énergiquement celui de fer, redissoudre la partie insoluble et répéter l'opération plusieurs fois; dans les différents cas que nous venons d'indiquer, l'emploi de l'éther saturé d'acide chlorhydrique conduit à des séparations très exactes ([1]). »

([1]) Travail du laboratoire de Chimie de l'Université de Valladolid.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la cholestérine.* Note de M. **Ch. Cloëz**, présentée par M. E. Grimaux.

« On sait depuis longtemps que la cholestérine $C^{26}H^{44}O$ s'unit au brome pour donner un bromure $C^{26}H^{44}OBr^2$ que l'on obtient en traitant une solution bien refroidie de cholestérine dans le sulfure de carbone par une solution de brome dans le même liquide.

» Si l'on répète cette expérience en prenant des solutions de concentration déterminée, on observe un phénomène intéressant et qui jusqu'ici n'a pas été signalé.

» Prenons une solution composée de 5^{gr} de cholestérine et 50^{cc} de sulfure de carbone, et préparons une seconde solution de 50^{cc} de brome dans 250^{cc} de sulfure de carbone; il est facile de s'assurer qu'il faudrait $4^{cc},3$ de cette dernière solution pour saturer les 5^{gr} de cholestérine et obtenir le bromure connu; mais versons goutte à goutte la solution de brome dans la solution de cholestérine refroidie à $-15°$. Le brome est absorbé d'abord énergiquement, puis tout à coup, lorsque l'on a versé 2^{cc} de la solution de brome, c'est-à-dire la moitié de la quantité théorique, le liquide se remplit d'une masse cristalline formée de petites aiguilles microscopiques. Continuons à ajouter le brome, les aiguilles disparaissent peu à peu et le liquide est redevenu complètement limpide quand on a versé $4^{cc},4$ de la solution de brome et que la cholestérine est totalement transformée en bromure $C^{26}H^{44}OBr^2$.

» Il semblerait donc que la cholestérine peut s'unir à un seul atome de brome pour donner un corps $C^{26}H^{44}OBr$ moins soluble dans le sulfure de carbone froid que la chlolestérine elle-même et que son dibromure.

» Ce corps est très facile à isoler; il suffit pour l'avoir pur de le jeter sur un filtre bien refroidi, de le débarrasser par aspiration du sulfure de carbone qui l'imprègne et de le laver avec une petite quantité de sulfure de carbone refroidi à $-15°$; on peut aussi le faire cristalliser dans l'alcool concentré bouillant, d'où il se dépose en petites aiguilles blanches brunissant déjà à 100° et fondant à 112° en se décomposant; ce corps est assez stable et peut se conserver facilement pendant quelques mois; il répond bien à la formule $C^{26}H^{44}OBr$, comme le montre ce dosage de brome :

Matière	0,2704
Ag Br	0,1145

	Trouvé.	Calculé.
Br pour 100	18,02	17,7

» Cette formule ne représente que le résultat de l'analyse et n'est évidemment pas admissible, car on ne peut imaginer un corps non saturé ne fixant qu'un seul atome de brome. La formule la plus simple serait

$$C^{52}H^{88}O^{2}Br^{2}$$

et tendrait à faire croire que la cholestérine a un poids moléculaire double de celui qu'on lui a donné jusqu'ici; mais cette formule est également inadmissible, car on a déterminé par la cryoscopie le poids moléculaire de la cholestérine, et les nombres trouvés montrent bien que ce corps doit s'écrire $C^{26}H^{44}O$. Il ne reste donc plus qu'une seule hypothèse à faire : c'est d'admettre que le corps que j'ai découvert est une combinaison moléculaire de cholestérine et de son bibromure, et qu'on doit le représenter par la formule

$$C^{26}H^{44}OBr^{2} + C^{26}H^{44}O.$$

» J'ai essayé de vérifier cette hypothèse en cherchant à dédoubler cette combinaison moléculaire en ses deux composants; les solvants habituels laissent déposer le corps inaltéré, ou bien le détruisent complètement, surtout à chaud, en donnant des produits résineux. J'avais pensé que l'ébullition avec l'eau saponifierait ou détruirait le bibromure et laisserait la cholestérine inaltérée; mais, dans ces conditions, on voit rapidement se produire une résine noire d'où il est impossible d'extraire de la cholestérine, et il se forme en même temps une très faible quantité d'un corps blanc cristallisé, entraînable par la vapeur d'eau, fusible à 53° et distillant à 175° sous la pression ordinaire. J'ai obtenu jusqu'ici une trop faible quantité de ce corps pour en poursuivre l'étude.

» Devant l'impossibilité de dédoubler nettement cette combinaison, il ne me restait plus qu'à essayer d'en faire la synthèse, c'est-à-dire de la reproduire en combinant la cholestérine avec son dibromure.

» J'ai dissous $2^{gr},5$ de cholestérine dans 26^{cc} de sulfure de carbone et j'ai partagé cette solution en deux parties égales. L'une d'elles a été saturée à basse température par le brome, de manière à transformer la cholestérine en bibromure, puis refroidie à $-15°$; je l'ai alors mélangée à la seconde partie, contenant la cholestérine inaltérée; j'insiste sur ce point que les deux solutions étaient absolument limpides, mais, après les avoir mélangées, j'ai vu, au bout de quelques minutes, se former de petits cristaux qui ont rapidement envahi tout le liquide. Ces cristaux, après avoir été essorés et lavés avec du sulfure de carbone froid, se sont montrés en tous points identiques au corps que j'avais obtenu par l'action directe de 1 atome de brome sur 1 molécule de cholestérine; les deux corps fondent à 112° en se décomposant; ils sont très solubles dans le chloroforme, l'éther et la benzine; ils se dissolvent aisément dans le sulfure de carbone, sauf à très basse température; enfin, peu solubles à froid dans l'alcool con-

centré, ils s'y dissolvent en assez grande quantité à 70°, et la solution laisse déposer, par refroidissement, de petites aiguilles blanches identiques au corps primitif.

» Il semble donc bien démontré maintenant que le bromure de cholestérine peut s'unir à la cholestérine elle-même, en donnant la combinaison moléculaire

$$C^{26}H^{44}OBr^2 + C^{26}H^{44}O.$$

» De telles combinaisons sont jusqu'ici peu fréquentes; mais on pourrait chercher si elles ne sont pas générales pour tous les corps voisins de la cholestérine. En étudiant, en effet, le cholestol, qu'un grand nombre de propriétés rapprochent de la cholestérine, Liebermann (*Bull. Soc. Chim.*, t. XLVI, p. 411) a trouvé que ce corps s'unissait au brome en donnant des aiguilles blanches qui semblent contenir plutôt un atome de brome que deux. Ne serait-ce pas là une nouvelle combinaison moléculaire analogue à celle que j'ai étudiée? (¹) »

BOTANIQUE. — *Sur la greffe de l'*Helianthus annuus *et de l'*Helianthus lætiflorus. Note de M. **L. Daniel** (²), présentée par M. Gaston Bonnier.

« Au printemps dernier, j'ai greffé le Grand-Soleil ou Tournesol sur l'*Helianthus lætiflorus* et *vice versa*.

» On sait que le premier a une tige à épiderme blanchâtre, couverte de poils longtemps persistants, et des feuilles nettement *cordiformes*. Il est *annuel* et, par conséquent, ne forme aucune réserve dans sa tige ou sa racine. Il est *pauciflore*.

» Le second possède une tige verte, à poils caducs, à lenticelles nombreuses à l'état adulte; ses feuilles sont *lancéolées;* il développe des rhizomes *vivaces*, renflés à l'extrémité et renfermant une réserve d'inuline. Il est *multiflore*.

» Ce sont donc deux espèces d'un même genre qui diffèrent sensiblement comme forme extérieure et comme développement.

» Voici les résultats des greffes entre ces deux plantes, que j'ai disposés sous forme de Tableau pour les rendre plus sensibles :

(¹) Laboratoire de M. Grimaux à l'École Polytechnique.

(²) Cette Communication était parvenue à l'Académie le lundi 12 avril.

1° Greffes d'*Helianthus annuus* sur *Helianthus lætiflorus*.

Helianthus annuus greffon.

Greffons.	Témoins.
Épaisseur : 8^{mm}.	Épaisseur : 14^{mm}.
Longueur : $0^{m},85$.	Longueur : $1^{m},50$.
Feuilles *cordiformes* au niveau de la greffe, mais devenant de plus en plus *lancéolées* en se rapprochant de l'inflorescence.	Feuilles *partout cordiformes*.
Inflorescence *multiflore :* 12 à 13 capitules.	Inflorescence *pauciflore :* 3 à 4 capitules.

» Le greffon était donc modifié directement dans la forme extérieure de trois façons, qui sont dues, soit à l'opération même de la greffe (diminution de taille), soit à l'influence directe du sujet sur le greffon (forme des feuilles et inflorescence).

» Au 22 septembre, greffon et sujet étaient desséchés, après la production normale des graines. Le greffon, incapable de former de l'inuline, n'avait rien passé au sujet en fait de réserves, et celui-ci, réduit au rôle passif d'appareil absorbant, n'avait point donné de rhizomes de remplacement : *il était devenu annuel comme le greffon*.

» Remarquons encore qu'aucun bourrelet ne s'était formé au niveau de la greffe, malgré la différence de taille entre le sujet et le greffon. Chacun d'eux avait conservé ses caractères de couleur; les accidents de la surface n'avaient pas subi de modification appréciable.

2° Greffe d'*Helianthus lætiflorus* sur *Helianthus annuus*.

a. — *Helianthus lætiflorus,* greffon, au 10 août.

Greffons.	Témoins.
Épaisseur de la tige : 12^{mm}.	Épaisseur de la tige : 8^{mm}.
Longueur : 60^{cm}.	Longueur : 80^{cm}.
Pédoncules axillaires *développés*.	Pédoncules axillaires *à peine indiqués*.
Feuilles ayant 32^{cm} de long sur 10^{cm} de large; *couleur vert foncé, épaisses,* se répartissant sur 10 *nœuds*. Un nœud avait perdu ses feuilles.	Feuilles ayant 20^{cm} de long sur 9^{cm} de large; couleur *vert moins foncé; épaisseur plus faible*. Elles se répartissent sur 12 *nœuds*. *Quatre nœuds* ont perdu leurs feuilles.
Aspect général d'une plante *très vigoureuse* et *trapue*.	Aspect de plante de vigueur ordinaire, plus *grêle* et plus *allongée* que dans les greffons.

b. — *Helianthus annuus*, sujet, au 2 octobre.

Sujets.	Témoins.
Diamètre de la tige : 3^{cm} à la base, 5^{cm} au sommet.	Diamètre de la tige : 12^{mm} à 15^{mm}.
Diamètre moyen de la racine : 2^{cm}.	Diamètre moyen de la racine : 8^{mm}.
Pas de poils. Lenticelles nombreuses.	Des poils nombreux. Peu ou pas de lenticelles.
Moelle très réduite : 3^{mm} à 4^{mm}.	Moelle très développée, ayant 11^{mm} à 15^{mm} de diamètre.
Cylindre ligneux de $4^{cm},5$.	Cylindre ligneux de 1^{mm} à peine.
Écorce de 3^{mm}, bien verte.	Écorce de un dixième de millimètre, exfoliée par parties.
Bois très lignifié.	Bois peu lignifié.
Racines très nombreuses et très développées.	Racines peu fournies.
Toujours verts et bien vivants.	Complètement morts et desséchés.

» Parmi ces différences, il faut surtout retenir la lignification et la prolongation consécutive de la vie dans le sujet, qui se trouve ainsi considérablement modifié dans la nature et la durée de son développement.

» La lignification ne peut s'attribuer au changement de milieu, puisqu'elle diminue quand on oblige une tige aérienne à se développer dans le sol. Comme cette même lignification s'étend bien au-dessous du niveau de la greffe et qu'elle ne se produit pas dans les greffes inverses d'*Helianthus annuus* sur *Helianthus lœtiflorus*, c'est qu'elle est indépendante de la cicatrisation.

» Mais elle est sûrement, comme la prolongation de vie du sujet, un phénomène d'influence directe du greffon sur le sujet.

» On sait en effet qu'une plante peut devenir vivace par deux procédés différents : ou bien elle se tuberculise; ou bien elle devient ligneuse.

» La greffe de l'*Helianthus lœtiflorus* empêche la tuberculisation, car l'inuline ne passe pas au travers des membranes des plantes qui n'en fabriquent pas elles-mêmes. La tuberculisation est purement et simplement remplacée par la lignification.

» En résumé, ces greffes permettent de conclure que :

» 1° *L'influence directe du sujet et du greffon est réciproque dans les* Helianthus. *L'action du sujet est prédominante sur la forme de l'appareil assimilateur du greffon et se manifeste aussi sur la floraison; l'action du greffon s'exerce surtout sur le mode et la durée du développement du sujet.*

2° *Il peut y avoir suppléance entre la tuberculisation et la lignification quand il s'agit du passage des* Helianthus *à l'état de vie latente.* »

M. **Delauney** adresse une Note portant pour titre : « Mouvement propre du Soleil ». En s'appuyant sur les résultats de ses précédents calculs sur les distances de Sirius au Soleil et aux étoiles les plus proches de nous, l'auteur arrive à cette conclusion, que Sirius serait un centre fixe, autour duquel graviterait un système d'étoiles dont le Soleil ferait partie.

L'excentricité de l'orbite solaire serait 0,430; la durée de la révolution 1 000 000 d'années environ; la masse de Sirius serait 314 000 fois celle du Soleil. Le Soleil serait actuellement à peu près sur l'ordonnée du foyer occupé par Sirius.

M. C. **Gaudet** adresse, de Constantine, une Note relative à un nouveau modèle de pile à gaz, pouvant servir d'accumulateur.

(Renvoi à l'examen de M. Lippmann.)

A 4 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures un quart. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 20 avril 1897.

Recueil des Notices et Mémoires de la Société archéologique du departement de Constantine; années 1895-1896. Constantine, imprimerie Adolphe Braham, 1897; 1 vol. in-8°.

Mémoires de la Société nationale d'Agriculture, Sciences et Arts d'Angers (*ancienne Académie d'Angers*). Tome X, année 1896. Angers, Lachèse et Cie, 1897; 1 vol. in-8°.

Essai sur les éléments de la mécanique des particules, par H. Majlert, Ingénieur des voies de communication; 1re Partie : *Statique particulaire*, avec 14 planches. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1897; 1 vol. in-8°.

Revue des Pyrénées. France méridionale. Espagne, dirigée par le Dr F. Garrigou. Tome IX. 1re livraison. Toulouse, Ed. Privat, 1897; 1 vol. in-8°.

Bulletin de la Société industrielle d'Amiens. Tome XXXV. N° 1, janvier 1897. Amiens, T. Jeunet, 1897; 1 fasc. in-8°.

De l'influence de la vélocipédie sur la vision et conseils d'hygiène pour les

yeux des vélocipédistes, par le Dr Mirovitch. Paris, A. Maloine, 1897; 1 broch. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Squelette nasal perfectionné, par le professeur Goldenstein, chirurgien dentiste, médecin de la Faculté de Paris. Félix Alcan, 1897; 1 broch. in-8°.

Bulletin mensuel du Bureau central météorologique de France, publié par E. Mascart, N° 2. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1897; 1 broch. gr. in-4°.

Journal de Mathématiques pures et appliquées. Cinquième série, publiée par M. Camille Jordan. Tome III, année 1897. Fascicule n° 1. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1897; 1 fasc. gr. in-4°.

Annual report of the board of regents of the Smithsonian institution. Washington, Government printing office, 1896; 1 vol. in-8°.

Minutes of proceedings of the institution of civil Engineers; Vol. CXXVII. London, Westminster, 1897; 1 vol. in-8°.

Die Triangulation von Java, ausgeführt vom Personal des geographischen Dienstes in Niederländisch Ost-Indien, bearbeitet von Dr J.-A.-C. Oudemans. Haag, Martinus Nijhoff, 1897; 1 vol. in-4°.

Bulletin of the Museum of comparative Zoology, at Harvard College. Vol. XXX. N° 4. Cambridge, Mass., U. S. A., printed for the Museum, 1897; 1 fasc. in-8°.

Commission de Géologie du Canada; Cartes attachées au rapport annuel. Vol. VII, 1894.

ERRATA.

(Tome CXXIV, Séance du 12 avril 1897.)

Note de M. *D. Clos :*

Page 808, ligne 19 (titre de la Note), *au lieu de* Interprétation des parties de l'anthère, *lisez* Interprétation des parties de l'étamine.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 26 AVRIL 1897,

PRÉSIDENCE DE M. A. CHATIN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

BOTANIQUE. — *Sur les Inséminées à nucelle pourvu de deux téguments, formant la subdivision des Bitegminées.* Note de M. **Ph. van Tieghem.**

« Les Inséminées à ovules pourvus d'un nucelle enveloppé de deux téguments sont toutes stigmatées. La plupart sont climacorhizes et dicotylées; mais il en est qui sont liorhizes et monocotylées. Elles forment donc un ensemble moins homogène que les quatre groupes précédents.

» Chez les Bitegminées dicotylées, la fleur est toujours pourvue d'un double périanthe, d'un calice et d'une corolle. Le pistil est presque toujours formé de carpelles complètement fermés et concrescents en un ovaire pluriloculaire dans toute la longueur. Chez toutes aussi, les carpelles sont

uniovulés et l'unique ovule y est anatrope et pendant. Enfin, partout le fruit est une drupe à exocarpe plus ou moins charnu.

» L'organisation florale y subit pourtant plusieurs modifications importantes, qui permettent d'y reconnaître autant de familles distinctes.

» Le plus souvent, l'ovule est attaché au sommet de la loge dans l'angle interne, c'est-à-dire en placentation axile, avec raphé externe ou dorsal et micropyle interne ou ventral; en un mot, il est épinaste. Quelquefois, il est fixé au sommet de la loge dans l'angle externe, en placentation pariétale, avec raphé externe ou dorsal et micropyle interne ou ventral; en un mot, il est hyponaste.

» Lorsque l'ovule est axile et épinaste, la corolle est tantôt gamopétale, tantôt dialypétale. Si la corolle est gamopétale : avec un androcée tétraplostémone ou triplostémone, c'est la famille des *Coulacées;* avec un androcée diplostémone, c'est la famille des *Heistériacées;* avec un androcée isostémone épipétale et des ovules semi-anatropes, c'est la famille des *Cathédracées*. Si la corolle est dialypétale, les étamines sont toujours concrescentes avec les pétales auxquels elles sont superposées; mais tantôt elles sont insérées par paires sur chaque pétale : c'est la famille des *Scorodocarpacées;* tantôt elles y sont attachées isolément : c'est la famille des *Chaunochitacées*.

» Ensemble, ces cinq familles, où la placentation est axile et l'ovule épinaste, constituent une alliance, que l'on désignera, d'après les Heistériacées, sous le nom de *Heistériales*.

» Lorsque l'ovule est pariétal et hyponaste, en même temps la corolle est gamopétale et l'ovaire est infère : c'est la famille des *Erythropalacées*. Il y a lieu de regarder cette famille, jusqu'à présent isolée, comme le noyau d'une alliance, distincte de la précédente, sous le nom de *Érythropalales*.

» Ensemble, ces deux alliances, comprenant toutes les Bitegminées dicotylées, forment un groupe plus élevé, auquel on peut donner le nom de *Heistérinées*.

» Les Bitegminées monocotylées ont toutes la fleur dépourvue de périanthe. Le pistil y est toujours réduit par avortement à un seul carpelle, ce qui rend la fleur zygomorphe à la façon de celle des Icacinales; le carpelle y est toujours uniovulé et l'ovule y est toujours inséré en placentation axile, anatrope, dressé à raphé interne et micropyle externe, épinaste, par conséquent, comme chez les Heistériales. Aussi, ne forment-elles, toutes

ensemble, qu'une seule famille, très vaste, il est vrai, celle des Graminées, famille que l'on peut regarder, en même temps, comme le type d'une alliance, les *Graminales*, et d'un groupe d'ordre plus élevé, les *Gramininées*.

» Exigées par l'absence de graine dans le fruit mûr, la séparation des Graminées d'avec les autres familles de la classe des Monocotylédones et leur introduction dans les Inséminées de la subdivision des Bitegminées n'étonneront pas ceux qui savent combien, par l'ensemble de leurs caractères, notamment par la remarquable constitution de leur embryon, les Graminées diffèrent profondément de toutes les autres Monocotylédones et, notamment, des Cypéracées, à côté desquelles on a pris la fâcheuse habitude de les classer.

» Le Tableau suivant résume cette division progressive des Inséminées bitegminées en deux sections, trois alliances et sept familles :

Bitegminées	dicotylées. HEISTÉRINÉES.	Ovule	axile, épinaste. HEISTÉRIALES.	Corolle gamopétale. Androcée	4 ou 3-plostémone.	*Coulacées.*
					diplostémone......	*Heistériacées.*
					isostémone........	*Cathédracées.*
				Corolle dialypétale. Androcée	diplostémone......	*Scorodocarpacées.*
					isostémone........	*Chaunochitacées.*
			pariétal, hyponaste. ERYTHROPALALES.	Corolle gamopétale. Ovaire infère..........		*Erythropalacées.*
	monocotylées. GRAMININÉES.	Ovule	axile, épinaste. GRAMINALES.	Pas de périanthe. Ovaire supère...........		*Graminées.*

» Reprenons maintenant, une à une, ces sept familles pour en indiquer très sommairement les caractères et la composition ([1]).

» I. HEISTÉRINÉES. — D'après le mode de placentation et la conformation de l'ovule, les Heistérinées se partagent, on l'a vu, en deux alliances : les Heistériales et les Erythropalales.

» I. Heistériales. — Cette alliance comprend, comme il a été dit, toutes les Bitegminées à carpelles uniovulés, à placentation axile et à ovules épinastes. La fleur y est toujours pourvue d'une corolle et le pistil y est toujours supère, c'est-à-dire indépendant tout au moins du calice. Le fruit y est toujours une drupe.

» 1. *Coulacées*. — Composée actuellement de trois genres, la famille des Coulacées est caractérisée notamment par les poches sécrétrices à résine noirâtre que renferme l'écorce de la tige, de la feuille et des diverses parties de la fleur, par la corolle gamopétale et par les étamines, au nombre de vingt, disposées comme chez les Rosacées, ou de quinze seulement, les épipétales faisant défaut. L'ovaire, triloculaire dans toute sa longueur, a dans chaque loge, attaché au sommet de l'angle interne, en placenta-

([1]) Pour plus de détails, voir *Bull. de la Soc. bot.*, séance du 26 février 1897.

tion axile par conséquent, un ovule anatrope, pendant, à raphé dorsal, muni de deux téguments dont l'externe plus mince est dépassé par l'externe plus épais. L'albumen est à la fois oléagineux et amylacé.

» 2. *Heistériacées.* — Comprenant jusqu'à présent cinq genres, la famille des Heistériacées se distingue de la précédente par l'existence, dans la tige, la feuille et les diverses parties de la fleur, d'un système de tubes laticifères non cloisonnés, qui remplace ici, comme appareil sécréteur, les poches résinifères des Coulacées. Elle en diffère encore par l'androcée, qui est diplostémone, formé de deux verticilles, l'un épisépale, l'autre épipétale, et par la conformation du fruit, autour duquel le calice persiste en s'accroissant et dans lequel l'albumen est exclusivement oléagineux.

» 3. *Cathédracées.* — Les Cathédracées, qui renferment deux genres, ont la fleur hexamère dans les trois verticilles externes. La corolle est gamopétale à la base et les étamines, superposées aux pétales, sont concrescentes avec eux dans toute la longueur du tube. Plus tard, les parties libres des pétales se détachent, avec les étamines superposées, tandis que la région tubulaire inférieure, commune aux deux verticilles, persiste autour de la base de l'ovaire, où la plupart des botanistes la décrivent comme étant un disque. Le pistil est composé de deux carpelles seulement, qui sont épisépales. L'ovaire est biloculaire dans sa région inférieure, uniloculaire dans sa partie supérieure où un placente central libre porte deux ovules pendants qui descendent dans les loges correspondantes, semi-anatropes, à raphé et chalaze externes, à micropyle interne appliqué contre la cloison, à nucelle horizontal enveloppé de deux téguments. L'albumen est à la fois oléagineux et amylacé.

» 4. *Scorodocarpées.* — Réduite pour le moment à un seul genre, cette famille est caractérisée par sa corolle dialypétale et par son androcée formé d'étamines superposées deux par deux aux pétales et concrescentes avec eux dans presque toute la longueur des filets. Le pistil a son ovaire pluriloculaire dans toute sa hauteur et renferme dans chaque loge, attaché dans l'angle interne à quelque distance du sommet, en placentation axile, par conséquent, un ovule pendant, complètement anatrope, à raphé dorsal, muni de deux téguments dont l'externe est dépassé par l'interne.

» 5. *Chaunochitacées.* — Cette famille, qui ne comprend aussi qu'un seul genre, est définie par sa corolle dialypétale et son androcée isostémone à étamines superposées aux pétales et longuement concrescentes avec eux par leurs filets. Le pistil ne développe que deux de ses cinq carpelles épisépales, qui forment un ovaire biloculaire dans toute sa longueur, renfermant dans chaque loge, attaché au sommet de l'angle interne, en placentation axile, par conséquent, un ovule pendant, semi-anatrope, à raphé et chalaze externes, à micropyle interne appliqué contre la cloison, à nucelle horizontal entouré de deux téguments. Le fruit est enveloppé par le calice accrescent.

» II. Erythropalales. — Comprenant les Bitegminées à carpelles uniovulés qui ont l'ovule hyponaste et inséré en placentation pariétale, cette alliance ne renferme pour le moment qu'une seule famille.

» 1. *Erythropalacées.* — Réduite jusqu'ici à un seul genre, cette famille est caractérisée par sa corolle faiblement gamopétale et son ovaire infère. L'androcée a autant d'étamines que de pétales, superposées aux pétales et concrescentes avec eux à la base, où chacune d'elles est accompagnée de deux mamelons poilus, qu'on peut re-

garder comme des staminodes. L'ovaire, triloculaire dans toute sa longueur, a ses cloisons minces, dépourvues de faisceaux libéroligneux et se détruisant aisément. Aussi n'est-ce pas sur elles que s'attachent les ovules. Chaque loge renferme, inséré vers le sommet de l'angle externe et recevant son faisceau libéroligneux du faisceau dorsal du carpelle, un ovule pendant anatrope. Le raphé de cet ovule est externe, contigu à la paroi extérieure de la loge, sur laquelle il est attaché et le long de laquelle il adhère assez fortement, et son micropyle est tourné vers l'intérieur. Il est donc hyponaste, et il faut remarquer que, dans le vaste ensemble des Inséminées, c'est la première fois que l'on rencontre un ovule de cette sorte. Le nucelle y est enveloppé de deux téguments, dont l'externe plus mince est dépassé par l'interne plus épais. L'albumen est exclusivement oléagineux.

» En résumé, avec ses deux alliances et ses six familles, le groupe des Bitegminées dicotylées, ou Heistérinées, renferme actuellement treize genres. Tous ces genres ont été classés, jusqu'à présent, dans la famille des Olacacées, d'où il a fallu les exclure dans un travail antérieur ([1]). Ils n'en demeurent pas moins maintenant parties intégrantes d'un vaste groupe qui compte les Olacacées parmi ses membres.

» II. GRAMININÉES. — Ce groupe comprend toutes les Inséminées bitegminées dont l'embryon ne possède qu'un seul cotylédon bien développé. Elle ne renferme qu'une seule alliance, les Graminales.

» I. GRAMINALES. — Cette alliance est elle-même réduite jusqu'ici à une seule famille, très vaste, il est vrai, puisqu'elle compte plus de trois cents genres, les Graminées.

» 1. *Graminées*. — Il ne s'agit pas, bien entendu, de faire ici l'étude de la famille des Graminées, mais seulement de la mettre à la place qui lui revient dans la division des Inséminées et dans la subdivision des Bitegminées.

» On sait, en effet, depuis les observations de M. Jumelle ([2]), que, chez ces plantes, l'assise digestive de l'albumen, non seulement digère l'un après l'autre les deux téguments de l'ovule, qui disparaît comme tel, mais encore attaque à son tour le péricarpe dont elle résorbe la zone interne en se soudant en définitive avec la zone externe seule persistante, pour former cette sorte particulière de fruit qu'on nomme ici un *caryopse*, et dont la vraie nature a été si longtemps méconnue. En réalité, c'est un fruit dépourvu de graine, un fruit inséminé, tout semblable à celui que nous avons rencontré dans toutes les familles précédentes, avec cette différence tout à fait secondaire qu'au lieu d'être une baie ou une drupe, comme c'était là le cas le plus fréquent, c'est ici un achaine.

» En classant ainsi les Graminées, on les sépare, il est vrai, des autres familles de la classe des Monocotylédones, qui sont toutes des Séminées de la subdivision des

---

([1]) Voir *Bull. de la Soc. bot.*, p. 564; 1896.

([2]) JUMELLE, *Sur la constitution du fruit des Graminées* (*Comptes rendus*, t. CVII, p. 285; 1888).

Bitegminées (¹). Mais, comme il a été déjà dit plus haut, cette séparation pourrait se motiver par bien d'autres caractères différentiels, en tête desquels il convient de placer la structure si remarquable de l'embryon, la conformation du cotylédon réputé unique et la manière dont il se comporte pendant la digestion de l'albumen à la germination, et surtout l'existence en face de lui, dans certains genres, une douzaine au moins, d'un second cotylédon rudimentaire, dépourvu, il est vrai, de méristèle, mais dont la nature foliaire ne peut plus maintenant, à cause de cela, être mise en doute (²). La présence de ce second cotylédon, situé du côté externe et dont l'avortement plus ou moins complet s'explique par la pression plus ou moins forte exercée de ce côté par le péricarpe sur l'embryon qui le touche, porte à croire que les Graminées sont, en réalité, des Dicotylédones, devenues accidentellement monocotylées. Elles sont liorhizes, il est vrai, mais les Nymphéacées sont aussi des Liorhizes et n'en sont pas moins pour cela des Dicotylées.

» Par là disparaît l'étonnement qu'on peut éprouver, au premier abord, à voir ces plantes se séparer des Monocotylédones par la nature du fruit et prendre place par ce caractère dans un groupe qui ne comprend jusqu'à présent que des Dicotylédones.

» Somme toute, avec ses deux sections, ses trois alliances et ses sept familles, la subdivision des Inséminées bitegminées comprend pour le moment plus de trois cent quinze genres. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Recherches sur la composition des blés et sur leur analyse;* par M. **Aimé Girard**.

« Les procédés auxquels les chimistes, depuis cinquante ans, ont généralement recours pour établir la composition des blés ne sauraient apporter à la meunerie les renseignements qu'exige la transformation de ces blés en farine panifiable et en bas produits.

» Appliqués, en effet, au grain pris dans son entier, ces procédés peuvent bien aboutir à la détermination globale des matières azotées, hydrocarbonées et minérales que ce grain contient, mais ils ne peuvent apprendre au meunier quelle quantité de farine il en peut retirer, quelle sera la

---

(¹) Réserve faite des Triuridacées, dont l'ovule n'a qu'un seul tégument, mais dont on ne connaît pas encore l'embryon; ce sont peut-être des Dicotylées.

(²) *Voir*, à ce sujet : Ph. van Tieghem, *Sur l'existence de feuilles sans méristèles dans la fleur de certaines Phanérogames* (*Revue générale de Botanique*, t. VIII, p. 481; 1896).

valeur de cette farine, non plus que la proportion et la valeur des issues qui formeront le résidu de la mouture.

» C'est à un point de vue différent que, à mon avis, il convient de se placer; c'est, non pas sur le grain entier grossièrement divisé, mais sur le grain analysé mécaniquement et déjà séparé en ses parties principales que l'analyse chimique doit porter. Toute analyse de blé, en un mot, pour être utile, doit être précédée d'une mouture rationnelle qui sépare le grain en farine panifiable d'un côté, d'un autre en bas produits et issues.

» C'est sur l'application de ce principe qu'est basé le procédé d'analyse que je propose aujourd'hui.

» Pour rendre possible au laboratoire et précis en même temps un travail identique à celui que le meunier accomplit, j'ai prié MM. Brault, Teisset et Gillet, de Chartres, de bien vouloir étudier en vue de mes recherches la construction d'un petit moulin à cylindres permettant de reproduire sur 1^{kg} ou 2^{kg} de blé toutes les opérations de la mouture moderne.

» Ce moulin, dont le fonctionnement est des plus satisfaisants, comprend deux jeux de cylindres, l'un à cannelures hélicoïdales, l'autre à surfaces polies dont le remplacement sur le bâti est facile. Ces cylindres marchent à vitesse différentielle et peuvent être, à volonté, rapprochés ou éloignés l'un de l'autre.

» A l'aide de ce moulin, on peut, en quelques heures, exécuter les cinq broyages et les huit à dix convertissages qu'exige une bonne mouture. Un homme y suffit et la précision de la machine est telle que j'ai rarement vu, à la mouture, la perte dépasser 0,5 pour 100.

» C'est sur les produits séparés de cette mouture quiil faut, ensuite, faire porter l'analyse chimique, et c'est au nombre de deux qu'il convient de les réduire : d'un côté la farine panifiable, d'un autre les bas produits et les issues mélangés.

» Le taux d'extraction de la farine peut être fixé, au gré de chacun, aussi bien à 60, qu'à 70 ou 80 pour 100. C'est à la formule que j'ai souvent indiquée que je préfère me tenir, formule qui réserve à l'homme 70 pour 100 *au plus* de farine, au bétail 30 pour 100 *au moins* de bas produits et issues.

» Avant que d'entreprendre la mouture cependant, il est des renseignements intéressants que l'analyste peut demander au blé entier.

» Le dosage de l'eau dans ce blé est utile à connaître; le poids moyen du grain l'est également; enfin il est important de déterminer les proportions relatives d'amande farineuse, de germe et d'enveloppes qui entrent

dans la constitution du grain; j'ai fait connaître, en 1884 [1], la marche à suivre pour arriver à cette détermination.

» Comme exemples des résultats que l'on peut ainsi obtenir, j'indiquerai ci-dessous ceux que m'a fournis récemment l'étude de quatre blés français de la récolte de 1895 et d'origine certaine :

		Blé			
		de Bordeaux (Seine-et-Oise).	d'Altkirch (Meuse).	de Flandre (Nord).	de St-Laud (Eure-et-Loir).
Humidité du blé entier pour 100..		14,97	14,50	15,12	14,94
Poids moyen d'un grain.		0gr,051	0gr,038	0gr,041	0gr,050
Constitution du grain.	Amande.........	85,98	84,69	83,04	84,72
	Germe..........	1,50	1,41	1,35	1,16
	Enveloppe.......	12,52	13,90	15,61	14,12
		100,00	100,00	100,00	100,00

Analyse de la farine à 70 pour 100 d'extraction.

» Dans l'estimation de la valeur des farines, le commerce, et avec raison, accorde une place importante à la détermination de leur degré d'humidité; les procédés ordinaires de l'analyse lui donnent à cet égard pleine satisfaction; mais il est d'autres questions également importantes qui, jusqu'ici, n'ont pas été résolues avec exactitude; telle est notamment l'évaluation des matières solubles, évaluation qui, cependant, mérite toute attention, puisque parmi ces substances, il en est qui, par leur fermentation, interviendront à la levée du pain.

» Lorsque, dans les publications compétentes, on se rapporte aux analyses de farine, on voit généralement le pourcentage des matières solubles correspondre à des chiffres importants qui, quelquefois, s'élèvent jusqu'à 10 et 12 pour 100 du poids du blé; parmi ces matières figurent alors, environ par moitié, le glucose et la dextrine.

» L'expérience m'a montré que ces chiffres étaient inexacts; d'une part, la proportion des matières solubles contenues dans une farine fraîchement moulue ne dépasse pas 4 à 5 pour 100; d'une autre, parmi ces matières, le glucose ne figure que pour quelques millièmes et la dextrine enfin ne s'y rencontre pas.

» C'est du procédé suivi jusqu'ici, pour le dosage des matières solubles,

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 6e série, t. III, p. 293; 1884.

que dérive l'erreur que je signale. Ce procédé, en effet, consiste à laisser la farine en contact avec l'eau, à la température ordinaire, en agitant de temps en temps, pendant un nombre d'heures qu'aucune donnée scientifique ne limite, pour ensuite analyser la solution filtrée.

» Dans ces conditions, les diastases de la farine agissent sur l'amidon et le saccharifient, et, comme l'action de ces diastases est continue, on ne peut reconnaître le moment limite auquel il convient de s'arrêter; j'ai pu, en prolongeant le contact pendant quelques jours, porter à 15 et 18 pour 100 la proportion des matières ainsi solubilisées.

» Sans aller jusque-là, il est aisé de constater qu'à la température ordinaire cinq ou six heures de contact avec l'eau suffisent pour augmenter de 1 pour 100 la proportion normale des matières solubles de la farine; après vingt-quatre heures cette proportion qui, au début, était de 3,50 pour 100, par exemple, s'élève à 6 et 7 pour 100.

» Pour éviter cette solubilisation partielle et progressive, après avoir essayé en vain les antiseptiques et reconnu ainsi que ce ne sont pas les ferments figurés, mais les diastases qui agissent dans ce cas, j'ai pensé qu'en atténuant par le froid l'énergie de ces diastases je pourrais obtenir le dosage exact des matières solubles de la farine.

» Agitée d'une manière continue au contact de l'eau glacée qu'un petit appareil mécanique maintient en mouvement, la farine abandonne à cette eau, en quelques heures, toutes les matières solubles qu'elle contient et bientôt, quel que soit le temps pendant lequel l'agitation est prolongée, le pourcentage des matières dissoutes devient constant.

» Quatre heures d'agitation suffisent, en moyenne, pour obtenir un résultat exact.

» Mais ce n'est pas seulement au point de vue de la quantité des matières dissoutes que les procédés habituellement suivis doivent être considérés comme défectueux; c'est aussi au point de vue de la nature de ces matières: l'expérience l'établit nettement.

» Il suffit, en effet, d'additionner la solution glacée d'un volume quadruple d'alcool à 95°, pour y déterminer la formation d'un précipité blanc, floconneux, et pour séparer ainsi en deux groupes les matières dissoutes.

» Dans la liqueur alcoolique, si la farine provient d'une mouture récente, on trouve alors, non pas, comme on le croit généralement, une proportion importante de glucose, mais quelques millièmes seulement de ce sucre; par contre, on y trouve un centième, quelquefois deux centièmes de sac-

charose; la présence de ce sucre a déjà été signalée par M. Müntz.

» D'autre part, dans le précipité, j'ai toujours en vain cherché la dextrine que, d'habitude, on fait figurer parmi les composants normaux de la farine : je ne l'y ai point trouvée; mais, à côté de matières azotées solubles dans l'eau parmi lesquelles figurent des diastases, j'y ai rencontré une proportion de près de 1 pour 100 de cette galactine ou gomme à sucre de lait que M. Müntz a découverte dans un grand nombre de tissus végétaux, diastase et galactine dont la présence importe au boulanger, la première par ses propriétés saccharifiantes, la seconde par la douceur qu'en se dissolvant, lors du pétrissage, elle doit donner à la pâte.

» Les procédés ordinaires de l'analyse suffisent au dosage des diverses matières : sucres, galactine, matières azotées et minérales ainsi séparées.

» Parmi les matières insolubles dans l'eau qui entrent dans la composition des farines, celles dont le dosage est le plus à considérer sont, d'un côté le gluten, d'un autre l'amidon.

» Le procédé classique qui consiste à malaxer un pâton de farine sous un filet d'eau est, sans conteste, le plus facile et le plus exact pour isoler le gluten; le plus souvent, c'est à l'état hydraté que ce gluten est pesé; c'est là une coutume défectueuse. Dans un remarquable travail, M. Wyley, directeur du Département de Chimie au Ministère de l'Agriculture des États-Unis, a rapproché, pour plus de cent cinquante échantillons de blé, le poids du gluten humide du poids du gluten séché à l'étuve, et de ce rapprochement il résulte que l'état d'hydratation des glutens obtenus par un même opérateur peut varier de 60 à 64 pour 100 d'eau.

» Pour doser exactement le gluten, il est nécessaire de sécher celui-ci à 100°-105°. Pour activer cette dessiccation, j'ai depuis longtemps recours à un artifice qui consiste à immerger pendant quelques minutes le gluten essoré dans l'eau bouillante; ainsi coagulé il devient facile à diviser et par suite à sécher.

» Dans l'estimation de la valeur boulangère des farines on a pu, jusqu'ici, se contenter de la pesée du gluten sec, mais c'est aujourd'hui chose nécessaire que de joindre à cette pesée l'analyse du gluten lui-même.

» M. E. Fleurent, en effet, nous a récemment appris qu'à la constitution du gluten interviennent plusieurs produits dont les deux principaux possèdent des propriétés physiques opposées : la gliadine visqueuse et fluente, la glutenine pulvérulente et sèche. Mélangés à la proportion de 25 parties de glutenine pour 75 de gliadine, ces deux produits constituent un gluten plastique qui communique aux farines la propriété de donner

des pains de levée régulière et de bonne tenue. Mais, dès que le rapport $\frac{25}{75}$ se modifie, les propriétés du gluten se trouvent elles-mêmes modifiées, et la farine ne fournit plus que des pains mal levés ou plats.

» Aussi doit-on considérer comme indispensable dorénavant la connaissance du rapport $\frac{\text{glutenine}}{\text{gliadine}}$. Pour évaluer ce rapport, M. Fleurent a fait connaître en détail la méthode opératoire à laquelle il convient de recourir; je n'y insisterai pas ([1]).

» Quant à l'amidon, c'est, à de rares exceptions près, par différence qu'en a eu lieu, jusqu'ici, l'évaluation, et c'est exceptionnellement que, dans ce but, on a eu recours à la saccharification. Cette manière de faire est fâcheuse; l'amidon, en effet, représente près des deux tiers du poids du blé, et quand, après avoir analysé farine, bas produits et issues, on considère le blé dans son entier, le dosage de cet amidon par différence, dosage sur lequel se concentrent toutes les erreurs, devient absolument inexact. Aussi le dosage direct de l'amidon s'impose-t-il à l'analyste, et de tous les procédés qu'il y peut employer le plus simple, à mon avis, est la pesée de cet amidon en nature.

» Exécuté avec soin sous un filet d'eau et au-dessus d'un tamis profond du n° 60, le malaxage du pâton de farine de celui-ci détache la totalité de l'amidon; passée ensuite à travers un tamis du n° 220, comme je l'ai précédemment indiqué ([2]), l'eau amylacée laisse à la surface de celui-ci les cellules déchirées de l'amande et les débris du germe et de l'enveloppe qui s'y trouvaient mélangés, débris que l'on peut ensuite évaluer soit par le dénombrement, soit par la pesée.

» Abandonné alors au repos, le liquide laisse, du jour au lendemain, déposer tout l'amidon qu'il suffit ensuite d'essorer et de sécher à 50° d'abord, puis à 100°-105°. Pour rendre cet essorage plus rapide j'emploie de petites coupes en biscuit de faïence de 3^{cm} d'épaisseur sur 14^{cm} de diamètre qu'a bien voulu fabriquer, à ma demande, M. Boulenger, de Choisy-le-Roi, et qui peuvent, en quelques heures, absorber jusqu'à 100^{gr} d'eau.

» Pour achever alors l'analyse de la farine, il ne reste plus à y doser que les matières grasses et les matières minérales : pour le premier de ces dosages l'emploi de la benzine cristallisée me paraît préférable à l'emploi de

---

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXIII, p. 327.
([2]) *Comptes rendus*, t. CXXI, p. 858.

l'éther; pour le second la fusibilité des phosphates que la farine contient rend nécessaire le recours à une calcination ménagée, suivie d'une reprise par l'eau et d'une nouvelle calcination du résidu charbonneux qui retient les cendres insolubles.

» Sans m'étendre sur les détails pratiques des diverses opérations que je viens de décrire, j'indiquerai ci-dessous, pour les quatre blés qui, déjà, m'ont servi d'exemple, les résultats auxquels conduit l'emploi de la méthode d'analyse des blés que je propose.

		Blé			
		de Bordeaux (Seine-et-Oise).	d'Altkirch (Marne).	de Flandre (Nord).	de St-Laud (Eure-et-Loir).
Eau		15,42	14,92	15,58	14,74
Matières solubles dans l'eau.	Glucose	0,21	0,16	0,20	0,09
	Saccharose	0,86	1,20	1,70	0,98
	Mat. azotées, diastases, etc.	1,10	1,02	1,02	1,28
	Galactine, etc.	0,52	0,59	0,78	0,99
	Mat. minérales	0,36	0,32	0,30	0,22
	Non dosé	0,07	»	»	»
	Total	3,12	3,29	4,00	3,56
Matières insolubles dans l'eau.	Gluten	7,45	8,04	8,32	8,14
	Amidon	71,22	70,93	69,88	71,22
	Mat. grasses	1,07	0,84	1,12	0,95
	Mat. minérales	0,20	0,29	0,40	0,40
	Cellules et débris	0,23	0,25	0,22	0,23
	Total	80,17	80,35	79,94	80,94
	Total général	98,71	98,56	99,52	99,24
Inconnu et perte		1,29	1,44	0,48	0,76
Acidité exprimée en acide sulfurique		0,009	0,006	0,009	0,011
Rapport $\frac{\text{glutenine}}{\text{gliadine}}$		$\frac{25}{87}$	$\frac{25}{70}$	$\frac{25}{62}$	$\frac{25}{72}$

» Dans une prochaine Note, j'indiquerai la méthode que je crois devoir conseiller pour l'analyse des bas produits et issues qui représentent $\frac{30}{100}$ du poids du blé, ainsi que les résultats pratiques auxquels cette méthode conduit. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Sur l'immunité des gallinacés contre la tuberculose humaine;* par MM. **Lannelongue** et **Achard**.

« On sait que les gallinacés jouissent de l'immunité, ou du moins d'un très haut degré d'immunité, contre la tuberculose humaine. C'est un fait que nous avons pu maintes fois vérifier en inoculant à des poules et à des pigeons soit des cultures, soit des produits tuberculeux (pus ou fragments d'organes) venant directement de l'homme ou ayant passé par l'organisme du cobaye ou du lapin. Chez les gallinacés, l'inoculation de bacilles de la tuberculose humaine donne lieu à la formation de masses caséeuses, qui s'enkystent et restent à l'état de lésion locale pendant un temps fort long (nous en avons trouvé après vingt-six mois), sans qu'il se développe par la suite de lésions tuberculeuses à distance, par voie de généralisation. Des lésions tout à fait semblables sont d'ailleurs produites lorsqu'on injecte des bacilles morts ; ceux-ci se laissent encore reconnaître à leur réaction colorante spéciale après six mois ; un grand nombre sont parfaitement libres, non englobés dans les phagocytes.

» Cette similitude entre les lésions produites chez les oiseaux par les bacilles vivants et par les bacilles morts pourrait donner à penser que l'immunité de ces oiseaux résulte de ce que les bacilles inoculés vivants sont tués par les humeurs. Or il n'en est rien. Les bacilles restent dans le corps des poules et des pigeons, non seulement vivants, mais virulents, pendant un temps assez long, et ce temps est à peu près le même pour les bacilles préservés de tout contact avec les humeurs de ces animaux.

» Pour faire cette comparaison, nous avons introduit, sous la peau de poules et de pigeons, de petits tubes de verre contenant une parcelle de culture de bacilles ou d'organe tuberculeux, ou encore de matière caséeuse virulente. De ces tubes, les uns étaient scellés aux deux extrémités ou obturés hermétiquement avec un peu d'ouate et de paraffine; les autres restaient ouverts, les ouvertures étant seulement garnies de quelques brins d'ouate pour empêcher l'issue de la matière tuberculeuse, sans mettre obstacle à l'imprégnation par les humeurs. En prélevant, à des intervalles plus ou moins longs, un tube fermé et un tube ouvert, et en inoculant leur contenu à des cobayes, nous avons pu constater que la durée de la virulence était sensiblement la même dans les tubes ouverts que dans les tubes fermés. Nos expériences ont porté sur soixante-quatre tubes, et la virulence a été essayée après un temps qui variait entre un mois et dix-huit mois. En

général, la virulence avait disparu avant quatre-vingts jours, quelquefois même dès le cinquantième jour. Dans une expérience où les tubes étaient plus volumineux et renfermaient une quantité plus grande de culture tuberculeuse, elle persistait au centième jour; enfin, dans un cas, du pus caséeux s'est montré encore virulent après cent trente jours, mais il était devenu inactif après cent quatre-vingt-trois jours.

» Nous avons comparé aussi ces résultats à ceux que fournit l'inoculation au cobaye des masses caséeuses développées chez la poule par les bacilles virulents, introduits sous la peau ou dans le péritoine. Ces bacilles se trouvent ainsi baigner directement dans les humeurs et en contact avec les tissus. Or, la virulence persiste encore dans ces conditions pendant plusieurs semaines; toutefois, nous ne l'avons pas vu survivre au delà de soixante-treize jours (1).

» Cette longue persistance de la virulence du bacille tuberculeux d'origine humaine dans le corps des Gallinacés n'est pas sans intérêt. Il y a lieu d'en tenir compte lorsqu'on veut apprécier les effets de l'inoculation de ce bacille aux Gallinacés : on peut, en effet, si l'on sacrifie ces animaux au bout de quelques semaines, trouver des lésions douées de virulence et inoculables au cobaye, sans être en droit de conclure que les oiseaux ont contracté la maladie, car, dans de telles lésions, les bacilles, bien loin d'être en voie de développement, peuvent être, au contraire, en voie de disparition (2).

» D'autres faits permettent également de conclure que le sang des oiseaux ne renferme pas de substance nuisible au bacille. Ainsi la tuberculose humaine végète bien sur la gélose glycérinée à laquelle on ajoute un peu de sang frais de poule. D'autre part, chez des cobayes tuberculisés, l'injection de sang de poule et de pigeon n'entrave ni ne retarde l'évolution de l'infection. C'est ce qu'ont fait déjà voir quelques expériences de M. Auclair, et c'est au même résultat que nous ont conduits des recherches plus prolongées.

---

(1) L'âge et l'activité des cultures employées nous ont paru avoir une influence sur la durée de la virulence.

(2) C'est une objection qu'on peut faire à la plupart des expériences qui ont été produites pour établir l'inoculabilité de la tuberculose humaine aux gallinacés. Toutefois, MM. Cadiot, Gilbert et Roger mentionnent, dans deux de leurs expériences, que les lésions ainsi développées chez les poules étaient douées de virulence après les très longs délais de cent quatorze et cent cinquante-cinq jours à partir de la dernière inoculation (*Soc. de Biologie*, 7 décembre 1895, p. 785).

» Nous avons inoculé des cobayes avec une dilution faible de bacilles, afin de provoquer une tuberculose à marche lente. De ces cobayes, les uns ont servi de témoins; les autres, de poids sensiblement égal, ont reçu des injections répétées de sang de poule et de pigeon. Le sang de ces oiseaux était obtenu par décapitation, le caillot était broyé et exprimé dans un nouet avec les précautions d'asepsie aussi rigoureuses que possible, et le sérum fortement coloré que l'on recueillait était injecté à la dose de 1^{cc} à 4^{cc} par chaque cobaye. Les injections provoquaient seulement une légère élévation thermique (quelques dixièmes de degré). Elles ont été répétées environ tous les dix jours pendant quatre mois et certains cobayes ont reçu pendant ce temps jusqu'à 48^{cc} de sérum.

» Or ces injections n'ont paru exercer aucune influence sur la marche de la tuberculose des cobayes.

» Nous avons encore expérimenté le sang de poules et de pigeons, qui avaient subi au préalable, depuis plusieurs semaines, une série d'inoculations de tuberculose humaine. Ce sang ne s'est pas montré plus efficace que celui des oiseaux non inoculés.

» Ainsi le sang des gallinacées ne possède pas de substance immunisante pour le cobaye, et il n'en acquiert pas non plus sous l'influence de l'inoculation de la tuberculose humaine à laquelle ils résistent.

» En somme, l'immunité des gallinacées semble résulter seulement de ce que, dans la grande majorité des cas, le bacille de la tuberculose humaine ne se multiplie pas dans leur organisme, il paraît avoir perdu sa fonction génératrice, bien qu'il y garde sa vitalité et sa virulence pendant des semaines et quelquefois des mois. Mais cette immunité n'est jamais qu'une immunité partielle, car les gallinacées, les poules plus encore que les pigeons, sont sensibles à l'action nécrosante des substances contenues dans le corps des bacilles. »

CHIMIE. — *Influence de la surfusion sur le point de congélation des dissolutions de chlorure de sodium et d'alcool.* Note de M. **F.-M. Raoult.**

« Pour calculer exactement le coefficient d'abaissement du point de congélation d'une dissolution, il faudrait diviser cet abaissement par la concentration de la partie de cette dissolution qui est encore liquide, au moment où l'on fait la mesure. Faute de connaître exactement cette concentration, on la remplace ordinairement, dans le calcul, par celle de la

dissolution primitive, qui est nécessairement moindre. On obtient ainsi des coefficients d'abaissement et, par suite, des abaissements moléculaires trop forts, et d'autant plus erronés que la proportion de glace formée est plus grande.

» J'ai donné, il y a longtemps (*Revue scientifique* du 29 mars 1886, p. 683), l'expression mathématique de la relation qui doit exister entre l'abaissement correct et l'abaissement observé dans les dissolutions aqueuses, et j'ai montré qu'avec quelques précautions, l'erreur due à la surfusion peut facilement être rendue inférieure à 0°,01. Cette petite erreur peut, sans inconvénient, être négligée dans la pratique; mais il n'en est plus de même dans les recherches théoriques, car celles-ci exigent aujourd'hui une approximation de 0°,001, au moins.

» L'expression, que j'ai donnée, peut être mise sous la forme suivante :

$$(a) \qquad C = C'(1 - KS),$$

dans laquelle C est l'abaissement correct, C' l'abaissement observé, S la surfusion et K un coefficient qui reste constant, tant que l'instrument et la méthode suivie restent les mêmes.

» Il en résulte que, pour une même surfusion, un même instrument et un même mode opératoire, le rapport $\frac{C}{C'}$ est constant, et que l'erreur due à la surfusion est sans influence sur la signification des résultats. J'ai cru, jusqu'à présent, qu'il en était réellement ainsi, et tous les auteurs l'ont pensé avec moi. Cela n'était pourtant pas exact : j'en ai eu la preuve dans une série d'expériences très précises, que j'ai exécutées spécialement en vue de décider la question.

» Ces expériences ont porté sur des dissolutions aqueuses de chlorure de sodium et d'alcool. Elles ont été faites avec le cryoscope à éther et à agitateur rotatif, que j'ai décrit antérieurement (*Comptes rendus* du 8 février 1892 et du 28 septembre 1896). Elles ont été conduites suivant la méthode et avec toutes les précautions que j'ai indiquées récemment : en particulier, les températures convergentes ont été fixées aux points de congélation; le thermomètre a été conservé à zéro, pendant toute la période des observations; chaque détermination du point de congélation d'une dissolution a été immédiatement précédée et suivie de deux déterminations semblables faites sur l'eau (*Comptes rendus* du 20 avril 1897).

» Il s'agissait, tout d'abord, de produire des surfusions de grandeurs

déterminées et de mesurer exactement les points de congélation correspondants. Voici comment j'y suis parvenu :

» L'éprouvette cryoscopique, chargée de 125^{cc} de liquide et préalablement refroidie vers zéro, est introduite dans le moufle du réfrigérant, préalablement refroidi vers $-10°$. Le thermomètre-agitateur, le bouchon, les enveloppes protectrices sont mis en place, et le thermomètre-agitateur est mis en mouvement à raison de cinq tours par seconde. La température du liquide cryoscopé s'abaisse rapidement. Quand la surfusion a atteint à peu près la grandeur désirée, on réchauffe le bain d'éther et, jusqu'à la fin de l'expérience, on le maintient à $0°,1$ au-dessous de la température de congélation du liquide contenu dans l'éprouvette cryoscopique. Dans ces conditions, comme l'ont appris des expériences préalables, la température convergente se confond avec le point de congélation. On laisse écouler un temps suffisant pour que les parois des vases de verre aient pris la température des liquides qu'ils renferment, puis on note la température de l'éprouvette cryoscopique et, en même temps, on provoque la congélation. Le thermomètre remonte aussitôt et, après quelques oscillations à peine perceptibles, se fixe en un point où il reste stationnaire. Ce point est la température de congélation qui correspond à la surfusion produite S.

» Il me reste à dire comment, avec ces données, je trouve l'abaissement correct, c'est-à-dire celui qui correspondrait au cas fictif où la surfusion serait nulle, et où la concentration ne serait pas altérée par la formation de la glace. Voici comment je procède :

» Je détermine exactement l'abaissement du point de congélation d'une dissolution en produisant successivement des surfusions voisines de $0°,5$, de $1°$, de $1°,5$, toutes choses égales d'ailleurs, en opérant chaque fois sur un échantillon nouveau du même liquide. J'inscris les résultats sur un papier quadrillé, en portant les surfusions S en abscisses et les abaissements du point de congélation observés C' en ordonnées. Je constate qu'ils sont sensiblement en ligne droite : ce qui prouve que l'écart est proportionnel à la surfusion. Je prolonge cette droite jusqu'à l'axe des ordonnées, et l'ordonnée du point d'intersection est l'abaissement C du point de congélation de la dissolution, pour une surfusion nulle.

» A l'aide de ces données expérimentales, il est possible de calculer la quantité K qui figure dans la formule (a), c'est-à-dire l'erreur relative, produite par une surfusion de $1°$, sur l'abaissement du point de congélation d'une dissolution de concentration déterminée.

» On a, en effet,

$$(b)\qquad K = \frac{C' - C}{C'S},$$

expression dans laquelle C, C′ et S sont connus.

» Le Tableau ci-après résume les résultats que j'ai obtenus avec les dissolutions aqueuses de *chlorure de sodium* et *d'alcool*.

Nature du corps dissous.	P. Poids du corps dissous dans 100gr d'eau.	C. Abaissement correct, pour S = 0°.	$\frac{C}{P}$ M. Abaissement moléculaire correct, pour S = 0°.	K. Erreur relative de surfusion pour S = 1°.
Chlorure de sodium. (Poids moléculaire, M = 58,5.)	5gr,850	3°,4237	34,23	0,0084
	2,859	1,6754	34,28	0,0101
	1,400	0,8211	34,31	0,0135
	0,690	0,4077	34,56	0,0165
	0,341	0,2073	35,56	0,0191
	0,176	0,1098	36,43	0,0234
Alcool. (Poids moléculaire, M = 46.)	5,014	1,9900	18,26	0,0127
	2,418	0,9645	18,34	0,0140
	1,195	0,4760	18,32	0,0159
	0,595	0,2367	18,29	0,0180
	0,301	0,1207	18,34	0,0243
	0,151	0,0600	18,28	0,0252

» Ces résultats conduisent aux conclusions suivantes :

» Contrairement à l'opinion générale, l'*erreur relative* K n'est pas indépendante de la concentration; elle peut varier du simple au double, à mesure que la dilution devient plus grande; elle peut atteindre 2,5 pour 100 de l'abaissement observé, quand S = 1°. La correction habituelle, calculée d'après la formule (*a*), en admettant K = 0,0125, est donc insuffisante, surtout pour les dissolutions très étendues. L'erreur commise a pour effet d'altérer la courbe des abaissements moléculaires et de la relever sensiblement à l'origine.

» Les *abaissements moléculaires* corrects, correspondant à S = 0°, varient avec la concentration d'une manière très différente pour le chlorure de sodium et pour l'alcool.

» Pour le CHLORURE DE SODIUM, les abaissements moléculaires corrects subissent un accroissement rapide, quand la dilution devient très grande, et ils tendent vers la limite 37,4 conformément à la théorie de l'ionisation

de M. Arrhénius. J'avais déjà constaté ce résultat (*Comptes rendus* du 28 septembre 1896).

» Pour les dissolutions d'ALCOOL, les abaissements moléculaires corrects restent constamment égaux à 18,3; ils ont donc une valeur constante et indépendante de la dilution. Ce fait important, qui est également conforme aux prévisions de M. Arrhénius, n'avait pas encore été démontré d'une manière aussi nette. »

PALÉONTOLOGIE. — *Monographie des Carnassiers fossiles quaternaires de l'Algérie;* par M. A. POMEL.

« Je suis beaucoup moins riche en documents que pour les monographies précédentes; mais ces documents ne manquent pas d'intérêt et ils se rapportent à des espèces assez nombreuses.

» Le genre *Ursus* est étranger actuellement à la faune algérienne. Il y a longtemps que Milne-Edwards avait signalé la présence probable de ce genre, à l'époque quaternaire, au voisinage d'Oran. Plus récemment Bourguignat faisait connaître ceux de la caverne du Djebel Taja; puis Bourjot en constatait la présence dans les grottes des environs d'Alger. Enfin, c'est au même lieu que j'ai trouvé la magnifique pièce figurée, qui indique certaines analogies avec les *Helaritos* par la persistance de ses avant-molaires. Bourguignat, suivant son habitude, a trop multiplié les espèces, que je crois pouvoir réduire à une seule : *Ursus libycus*.

» Le genre Hyène est représenté par l'*Hyæna spelæa,* qui paraît être la même que celle des cavernes d'Europe. Elle a été trouvée au même lieu que des dents de *Hyæna vulgaris,* incontestable, ce que démontre aussi une portion considérable de crâne. C'est la première fois que l'on constate la présence de ces deux espèces dans les mêmes gisements.

» Le *Felis spelæa* paraît être réellement représenté dans les grottes de l'oued *Cham* par des dents qui laissent peu de doutes; mais le fait est moins certain pour des débris du Pléistocène de Sétif, qui restent douteux.

» Il en est du même de *Felis antiqua* Goldf., indiqué dans les grottes des environs d'Oran, d'après des os paraissant avoir été malades.

» Un *Herpestes* a été trouvé dans la grotte de Pointe-Pescade; sa détermination est douteuse comme espèce.

» Un Zorille ne laisse aucun doute; mais il a été trouvé dans des sables dans lesquels il peut avoir creusé son terrier et où il serait mort (Terrefine trouvé en compagnie d'espèces fossiles).

» Le Chacal, *Canis aureus*, se rencontre aux environs d'Alger, avec l'*Antilope Mapasii*; il ne paraît pas différer du Chacal actuel.

» Le Chien domestique, *Canis familiaris*, bien caractérisé par l'ampleur du canal postérieur des narines, est représenté par plusieurs races dont j'ai donné des dessins, mais que je n'ai pu dénommer, ni rapprocher des races actuelles, étant privé de documents de comparaison. Les dessins rupestres montrent des Chiens à queue redressée en trompette, qui ne laissent aucun doute à cet égard; ils ont aussi les oreilles dressées, ce qui est un signe d'atavisme, et l'on peut juger, par la posture de quelques-uns de ces dessins, que ces animaux ont été plus que des commensaux et de vrais domestiques. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la formation d'une liste de deux candidats qui doivent être présentés à M. le Ministre de l'Instruction publique, pour la place laissée vacante au Bureau des Longitudes par le décès de M. *Fizeau*.

Au premier tour de scrutin, destiné à la désignation du premier candidat, le nombre des votants étant 46,

M. Bassot obtient	42 suffrages
M. Lippmann »	3 »
M. Grandidier »	1 »

Au second tour de scrutin, destiné à la désignation du second candidat, le nombre des votants étant 43,

M. Lippmann obtient	42 suffrages
M. Callandreau »	1 »

En conséquence, la liste présentée par l'Académie à M. le Ministre de l'Instruction publique sera composée comme il suit :

En première ligne	M. **Bassot**.
En seconde ligne	M. **Lippmann**.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. N. Ursalovitch adresse, de Niche (Serbie), deux Mémoires relatifs à un procédé pour la détermination rapide des distances.

(Commissaires : MM. Faye, Bassot.)

M. Chantron adresse un « Essai de théorie de l'aviation ».

(Renvoi à la Commission des aérostats.)

CORRESPONDANCE.

M. Bouquet de la Grye, en présentant à l'Académie les Cartes de la Corse, faites sous la direction de MM. *Hatt* et *Bouillet*, s'exprime comme il suit :

« Les Cartes de la Corse, que je mets sur le Bureau de l'Académie, comprennent douze Cartes particulières et six plans.

» Sur ce chiffre de dix-huit, huit ont été levés sous la direction de M. Hatt, les dix autres sous les directions successives de MM. Hatt et Bouillet.

» M. Hatt s'était réservé en particulier la triangulation de toute l'île, ainsi que les observations astronomiques, nécessaires pour la détermination d'un point de départ qui a été un signal sur le *monte Rotondo*.

» Cette triangulation a été appuyée sur une base, dont la mesure a été l'objet d'une Communication à l'Académie. Il résulte des observations astronomiques que, à l'île Rousse, par le fait de l'attraction des montagnes, on a une déviation de la verticale de 20″,5 vers le Sud, et à Ajaccio une déviation de 7″,2 vers le Nord.

» Les Cartes particulières sont à l'échelle de 39^{mm} pour 1′ de longitude; mais sur la côte Est, où il n'existe ni refuge, ni danger pour la navigation, on a employé une échelle quatre fois moindre. »

PHYSIQUE. — *Sur les propriétés électriques des radiations émises par les corps sous l'influence de la lumière.* Note de M. **Gustave Le Bon**, présentée par M. d'Arsonval.

« Avant d'aborder l'étude des propriétés électriques des radiations produites par les corps sous l'influence de la lumière, auxquelles il est fait allusion dans ma dernière Note, je répondrai aux objections faites à mes précédentes expériences.

» La principale réside dans la transparence optique que posséderait l'ébonite. Cette objection disparaît absolument devant les expériences suivantes, notamment la première, vérifiée par M. le professeur d'Arsonval et que je n'avais pas indiquée parce qu'elle exige un matériel que ne possèdent pas tous les laboratoires. Au lieu d'ébonite de 5 à 7 dixièmes de millimètre d'épaisseur, prenons un disque d'ébonite de 2^{mm} à 3^{mm} d'épaisseur. Sur sa face antérieure, regardant la lumière, collons une étoile métallique. Sous sa face postérieure, plaçons une pellicule sensible (marque Carbutt) *dont nous ne voilerons que la moitié*. Si l'on expose ce système au soleil, le déplacement des ombres, par suite de la marche du soleil, empêchera la formation d'une image régulière (et c'est pourquoi je n'avais parlé que de lames minces, avec lesquelles cet inconvénient n'existe pas); mais si l'on immobilise les rayons solaires au moyen d'un héliostat, on obtiendra, en moins d'une heure, une excellente image de l'étoile sous la partie voilée *et aucune trace d'action sous la partie non voilée*. Le fait que la partie non voilée n'est pas impressionnée prouve que l'ébonite a opposé un obstacle absolu au passage des rayons lumineux ordinaires (¹). Il est évident, d'ailleurs, que, pour de telles épaisseurs, l'opacité ne saurait être contestée.

» On peut, comme je l'avais indiqué, remplacer l'ébonite par un corps opaque quelconque, tel qu'une feuille de métal; on peut également comparer l'action de l'ébonite à celle d'un métal, en creusant dans l'ébonite un rectangle qu'on obture avec une feuille de métal; mais, pour que ces expériences réussissent, il faut une pose très juste, et c'est pourquoi je n'ai pas voulu en parler tout d'abord.

» On peut enfin remplacer la plaque sensible par une plaque phosphorescente de sulfure de zinc exposée une seconde à la lumière. Si l'on pose sur cette plaque une étoile métallique collée sur une feuille d'ébonite de 2^{mm} à 3^{mm} d'épaisseur, on obtient en dix secondes, au soleil, une image de l'étoile très visible dans l'obscurité. L'expérience peut être rendue plus frappante, en mettant dans une boîte d'ébonite hermétiquement close les objets. On aura leur image sous la plaque phosphorescente appliquée sous la boîte. J'ai répété cette expérience devant M. le professeur d'Arsonval.

» Pour montrer que, dans l'expérience photographique relatée plus haut, l'étoile

---

(¹) C'est précisément par cette méthode que j'avais déterminé l'épaisseur minima à donner à l'ébonite, pour mettre mes expériences à la portée de simples photographes. Si ces photographes ont trouvé leur ébonite transparente, c'est qu'elle était dépolie et pleine de trous, ce qui arrive quelquefois.

métallique n'agit nullement par son opacité, il n'y a qu'à la remplacer par une étoile faite avec des corps *optiquement* transparents convenablement choisis. Le mica et le quartz sous une épaisseur de $0^{mm},5$, ou simplement certaines qualités de papier à calquer transparent, jouissent de propriétés identiques à celles de l'étoile métallique et donnent comme elle une image sur la plaque sensible voilée. Pour que l'expérience réussisse bien, il faut que la pose soit très juste, ni trop courte, ni surtout trop longue. Elle peut se faire en une demi-heure à une heure avec une lampe à pétrole.

» Dans une prochaine Note, je montrerai que les radiations ayant traversé les corps opaques n'ont plus les propriétés de la lumière.

» J'arrive maintenant à l'action sur l'électroscope des radiations émises par les corps frappés par la lumière. Cette action se constate par plusieurs procédés, donnant d'ailleurs des résultats analogues : 1° on peut placer le corps à étudier sur une substance isolante, telle qu'un bloc de paraffine, et le relier par un fil au bouton de l'électroscope; 2° on peut mettre le corps à étudier dans une fente pratiquée dans le bouton de l'électroscope et l'y maintenir par une vis de pression; 3° on peut, plus simplement, remplacer le bouton de l'électroscope par un disque de cuivre (corps peu sensible à la lumière) et poser sur ce disque les corps à étudier; 4° on peut enfin, sans établir aucune communication entre le corps et l'électroscope, diriger les radiations engendrées par ce corps sur le bouton de l'électroscope, en le plaçant à 15^{cm} ou 20^{cm} de ce dernier.

» Les expériences suivantes ont été faites en réduisant le corps à observer en lames carrées, ayant 10^{cm} de côté sur 1^{mm} d'épaisseur. Dans chaque expérience, l'instrument a toujours été porté au même potentiel et on a pris pour unité le temps nécessaire pour obtenir une chute des feuilles de 10° de chaque côté de la verticale, soit un écartement angulaire de 20°.

» Le procédé d'observation étant ainsi constitué, on constate que tous les corps frappés par la lumière provoquent la déperdition électrique, négative et positive. La déperdition est beaucoup plus rapide si la charge de l'électroscope est négative; mais, pour un grand nombre de corps, le sens de la charge est indifférent.

» La rapidité de la décharge est très variable suivant les corps, comme le montrent les chiffres suivants, qui indiquent le temps nécessaire pour obtenir à l'ombre une chute de 10° avec des corps ayant subi (seulement quand ce sont des métaux) le nettoyage spécial dont il est parlé plus loin et qui joue un rôle fondamental : zinc amalgamé depuis quelques minutes, une seconde; zinc ordinaire et aluminium, cinq à dix secondes; étain, nickel, antimoine, fer, verre dépoli, ébonite (non frottée) carton blanc, paraffine, vingt à quarante minutes; cuivre, cobalt, mercure, or, platine, argent, cinquante à soixante-dix minutes. Pour le cobalt, l'argent, le platine, le

mercure, le sens de la charge est à peu près indifférent. Pour le zinc pur ou amalgamé et l'aluminium, la décharge est considérablement plus rapide si l'électroscope a reçu une charge négative, sauf si l'on se sert de ces métaux comme d'un miroir placé à petite distance de l'électroscope, suivant la méthode exposée plus haut. La charge des feuilles doit alors être positive.

» Ces radiations, engendrées par l'action de la lumière, semblent s'emmagasiner à la surface des corps. Elles conservent, en effet, pendant un temps, variable suivant ces corps, la propriété de décharger l'électroscope dans l'obscurité (1° à 2° par heure).

» Si l'on étudie les influences qui font varier chez un même corps la propriété de décharger l'électroscope, on voit que cette propriété varie considérablement, au moins pour les métaux, suivant l'état de leur surface. Prenons une plaque de zinc propre comme aspect, mais nettoyée depuis longtemps, la décharge qu'elle produira sera insignifiante. Frottons-la énergiquement avec un morceau de papier à l'émeri imbibé de térébenthine, puis avec un morceau de papier à l'émeri sec, puis enfin avec une peau de chamois neuve saupoudrée avec une pincée de rouge d'Angleterre. La plaque ainsi nettoyée produira, avec le zinc et l'aluminium, une chute des feuilles de 10° en moins de dix secondes à l'ombre. Des variations de même ordre, sous l'influence du nettoyage, s'observent pour tous les métaux. L'expérience montre que le poli du métal ne joue absolument aucun rôle.

» La propriété que possèdent tous les corps en général, et surtout les métaux, d'émettre sous l'influence de la lumière des radiations capables de décharger l'électroscope s'affaiblit pour ainsi dire à vue d'œil à mesure qu'on s'éloigne du moment de nettoyage. Aussi cette opération a-t-elle besoin d'être renouvelée fréquemment. Une plaque de zinc qui donne en dix secondes une décharge de 10° donnera au bout d'une heure une décharge 120 fois plus lente.

» Les causes les plus légères : l'action momentanée de la chaleur ou d'un courant électrique, l'immersion momentanée dans un bain d'alcool suivie d'un séchage par simple évaporation, ralentissent considérablement le phénomène. Il est ralenti encore (10° de décharge en cinquante-trois minutes au lieu de dix secondes, c'est-à-dire plus de 300 fois moindre) si l'on pose une feuille de verre incolore sur le métal exposé à la lumière. La plupart des lumières monochromatiques agissent comme la lumière ordinaire.

» Il semblerait qu'on puisse conclure de ce qui précède, que tous les corps possèdent, au moins au point de vue de leur action sur l'électroscope, des

propriétés du même ordre que celles manifestées par l'uranium à un degré éminent, ainsi que l'a démontré M. Becquerel. Les propriétés de l'uranium ne seraient donc qu'un cas particulier d'une loi très générale. »

PHYSIQUE. — *La thermoluminescence provoquée par les rayons de M. Röntgen et les rayons de M. Becquerel.* Note de M. **J.-J. Borgman**, présentée par M. Lippmann.

« Les *Annales de Wiedemann* (t. LX, p. 269; 1897) contiennent la description d'expériences très intéressantes, faites par M. Hoffmann, sur la thermoluminescence sous l'action des étincelles électriques provenant d'une machine électrique de Toepler. M. Hoffmann et M. le professeur E. Wiedemann attribuent la cause de l'excitation de la thermoluminescence (dans les conditions de leurs expériences) à l'action de certains rayons qui naissent dans les étincelles jaillissant entre deux électrodes, et que M. E. Wiedemann a nommés *rayons de décharge.*

» Le travail de M. Hoffmann contient des recherches sur la nature de ces rayons. Désirant reproduire les effets observés par M. Hoffmann, j'ai chargé un des étudiants de l'Université, M. Soumguine, de répéter ces expériences; je lui proposai aussi de rechercher si la thermoluminescence ne serait pas provoquée également par les rayons Röntgen et les rayons provenant des sels d'uranium (rayons de M. Becquerel).

» On prenait, d'après Hoffmann, un mélange de $CaSO^4 + 5^0/_0 MnSO^4$ bien calcinés. La masse ne donnait pas de phosphorescence, même après une exposition assez prolongée à la lumière d'une lampe à arc. Dans ces conditions, elle ne donnait non plus des signes de thermoluminescence; mais la thermoluminescence apparaissait très vive sous l'action des rayons de décharge, provenant d'une machine électrique de Voss.

» Nous n'avons pu, pas plus que M. Hoffmann, observer une influence de la substance des électrodes entre lesquelles jaillissait l'étincelle. *Cœteris paribus,* l'intensité de la thermoluminescence était la même avec des électrodes en laiton, nickel et cadmium. *Les rayons Röntgen provoquaient une thermoluminescence très vive.*

» Dans ces expériences, la masse $CaSO^4 + 5^0/_0 MnSO^4$ était enveloppée d'une double boîte en aluminium, tellement que les rayons Röntgen, qui venaient d'un tube-focus, devaient traverser deux feuilles d'aluminium de 5^{mm} d'épaisseur chacune. Le sulfate double d'uranyle et de potassium,

soumis à l'action des rayons ultraviolets, était placé pendant quelques heures en regard du mélange $CaSO^4 + 5\ ^0/_0\ MnSO^4$; le sel d'urane couvrait un verre de montre auquel il adhérait fortement; ce verre étant posé, le sel en dessous, au-dessus d'une petite boîte en laiton contenant la masse $CaSO^4 + 5\ ^0/_0\ MnSO^4$), y provoquait une thermoluminescence. Quand l'action du sulfate double d'uranyle et de potassium était prolongée pendant six jours, la thermoluminescence devenait assez vive.

» Il en ressort que la *thermoluminescence de la masse* $CaSO^4 + 5\ ^0/_0\ MnSO^4$ *est provoquée non seulement par les rayons de décharge, mais aussi par les rayons de M. Röntgen et par les rayons provenant des sels d'uranium* (*rayons de M. Becquerel*). »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur le biphosphure d'argent.* Note de M. A. **Granger**, présentée par M. Troost.

« C'est à Pelletier ([1]) que sont dues les premières études du phosphure d'argent; il constata que, si le phosphore projeté sur de l'argent chauffé au rouge était absorbé par le métal, pendant le refroidissement il se produisait un dégagement de vapeur de phosphore indiquant qu'une partie, au moins, de ce métalloïde se séparait de la masse. Plus tard Schrötter ([2]), dans son Mémoire sur les combinaisons du phosphore avec les métaux, signala un sesquiphosphure d'argent qui jusqu'ici n'avait pas été reproduit. Enfin, il y a quelques années, MM. Hautefeuille et Perrey ([3]), à la suite de leurs recherches sur le rochage de l'argent dans la vapeur de phosphore, ont établi les lois du phénomène et montré que si l'argent absorbait rapidement la vapeur de phosphore, à la température de son ramollissement, l'action se continuait pendant la fusion et le métal abandonnait, en se solidifiant, la totalité du phosphore combiné.

» Il était intéressant de chercher à préparer à nouveau le phosphure décrit par Schrötter, car étant donnés les échecs réitérés de tous les expérimentateurs ayant essayé d'obtenir un phosphure d'argent, l'existence de ce corps commençait à être mise en doute, malgré les assertions du chimiste viennois.

([1]) Pelletier, *Annales de Physique et de Chimie*, 1re série, t. I et V.
([2]) *Sitzungsberichte der Wiener Akademie;* 1849.
([3]) *Comptes rendus*, t. XCVIII, p. 1378.

» Du travail de MM. Hautefeuille et Perrey on peut déduire que, si l'argent se combine directement au phosphore, la réaction ne peut pas s'effectuer à température très élevée, puisque le rochage de l'argent dans la vapeur de phosphore détruit la combinaison. J'ai pensé alors qu'en chauffant dans la vapeur de phosphore de l'argent divisé, il serait possible d'obtenir la combinaison des deux éléments, en ayant soin d'opérer à une température inférieure à celle où le rochage peut se produire; l'expérience a confirmé mes prévisions.

» J'ai maintenu à 400°, dans un courant de vapeur de phosphore, de l'argent réduit par le sucre, et j'ai vu le métal perdre son éclat et se transformer en une matière grise et cassante dont l'examen microscopique révèle l'éclat métallique et la structure cristalline. En prolongeant l'action et en ayant soin de refroidir brusquement, quand l'atmosphère de l'appareil est encore pleine de vapeur de phosphore, j'ai pu obtenir un phosphure de composition constante et définie. Comme le phosphure d'or, ce corps est facilement décomposable; il peut être totalement détruit si on le chauffe dans un courant de gaz inerte, à la température même de sa production. A 500°, il n'y a plus de réaction.

» L'argent, comme l'or, présente donc cette particularité d'absorber le phosphore vers 400°, de l'abandonner vers 500°, puis de le retenir à nouveau vers 900°.

» Le phosphure d'argent ainsi préparé est un biphosphure [1]; il diffère donc par sa composition du sesquiphosphure de Schrötter; je dois faire remarquer toutefois, comme je l'ai fait pour l'or [2], que les analyses de ce chimiste sont très discutables.

» Le biphosphure d'argent est soluble dans l'acide azotique; il est attaqué par le chlore, le brome et l'eau régale.

» J'avais pensé à utiliser, pour la préparation du phosphure d'argent, deux réactions auxquelles j'ai souvent eu recours dans mes recherches sur les phosphures métalliques : l'action du trichlorure de phosphore sur le métal ou l'action du phosphore sur le chlorure correspondant.

» La première méthode ne m'a donné aucun résultat satisfaisant, car l'argent n'est attaqué par le chlorure phosphoreux qu'à une température

---

(1) L'analyse a donné :

	Calculé pour AgP^2.	Trouvé.
Argent	63,53	64,02
Phosphore	36,47	35,60

(2) *Comptes rendus*, t. CXXIV, p. 498.

où le phosphure d'argent ne peut plus se former : aussi ai-je uniquement obtenu du phosphore et du chlorure d'argent. J'ai signalé en étudiant l'action du phosphore sur quelques chlorures métalliques, qu'au rouge sombre il se formait uniquement de l'argent métallique et du trichlorure de phosphore. J'ai recommencé l'expérience à 300° et j'ai constaté que la transformation du chlorure d'argent ne s'effectuait qu'imparfaitement. A 400°, la transformation est au contraire facile et complète, il se produit du biphosphure d'argent. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la nitrosométhyldiphénylamine*. Note de M. **Ch. Cloëz**, présentée par M. E. Grimaux.

« Lorsque l'on traite une solution acide de diméthylaniline par le nitrite de sodium, on obtient la nitrosodiméthylaniline

$$Az \begin{cases} CH^3 \\ CH^3 \\ C^6H^4AzO \end{cases}$$

dans laquelle le groupe AzO se trouve en position *para* par rapport à l'azote central.

» La production si facile de ce corps permettait de supposer qu'avec la méthyldiphénylamine

$$Az \begin{cases} CH^3 \\ C^6H^5 \\ C^6H^5 \end{cases}$$

on pourrait arriver à obtenir un dérivé dinitrosé, chacun des groupes C^6H^5 se transformant en C^6H^4AzO; cependant, il n'en est rien. Lorsque l'on traite une solution acide de méthyldiphénylamine par la quantité de nitrite de sodium nécessaire pour obtenir le dérivé dinitrosé, on observe, aussitôt qu'on a versé la moitié du nitrite, un abondant dégagement de vapeurs nitreuses, et l'on n'obtient, en solution, qu'un dérivé mononitrosé. Toutes les tentatives faites pour préparer le dérivé dinitrosé ont échoué sans que l'on puisse, théoriquement, s'expliquer pourquoi les deux radicaux C^6H^5 ne se nitrosent pas simultanément, puisqu'ils sont identiques en tous points.

» Pour obtenir un bon rendement en nitrosométhyldiphénylamine, il faut employer certaines précautions, nécessitées surtout par ce fait que la

méthyldiphénylamine est une base très faible, dont le chlorhydrate se dissocie aisément par l'eau. Il est absolument indispensable d'opérer en présence d'acide chlorhydrique concentré, et de refroidir énergiquement les solutions, pour éviter tout dégagement de vapeurs nitreuses.

» On dissout, dans un vase cylindrique, 40gr de méthyldiphénylamine distillant de 284° à 287° dans 200gr d'acide chlorhydrique (D = 1,165 à 17°); on refroidit cette solution à — 10° et l'on ajoute goutte à goutte une solution de 15gr,2 d'azotite de sodium dans 70gr d'eau. La température ne doit pas s'élever au-dessus de — 5°. Le liquide se colore peu à peu, et prend une teinte rouge semblable à celle du brome, quand on a ajouté les dernières portions de nitrite. Si l'opération a été bien menée, le liquide doit se remplir de petits cristaux, dont on peut hâter la formation soit par l'addition d'un germe provenant d'une opération antérieure, soit en frottant les parois du vase avec une tige de verre.

» On essore ces cristaux à la trompe et on les comprime énergiquement : ils constituent le chlorhydrate de nitrosométhyldiphénylamine

$$\begin{array}{l} \quad\quad\quad C^6H^5\diagdown \\ AzO.C^6H^4\!-\!AzHCl. \\ \quad\quad\quad CH^3\diagup \end{array}$$

» Pour préparer la base, on dissout ces cristaux dans l'eau, on filtre sur un papier mouillé pour séparer une petite quantité de résine, et l'on précipite par le carbonate de sodium.

» Si la précipitation se fait à basse température, on obtient de suite des flocons colorés en vert; mais, si la température s'élève, il se forme un liquide huileux presque noir, qui se solidifie, en général, au bout de quelque temps. Le corps purifié par cristallisation dans l'alcool méthylique se présente sous forme de lamelles d'un beau vert éclatant, fusibles à 44° et possédant bien la composition de la mononitrosométhyldiphénylamine.

I. Matière.	0,225	Azote.	26cc,1	H = 751,8	$t = 11$
II. Matière.	0,261	Azote.	31cc,6	H = 748,9	$t = 14$

Azote trouvé		Azote calculé	
I.	II.	pour le dérivé mononitrosé.	pour le dérivé dinitrosé.
13,67	14,02	13,52	17,42

» Ce corps est très stable : j'en garde un échantillon, préparé depuis cinq ans environ, qui n'a pas subi d'altération sensible. Le chlorhydrate, au contraire, ne peut se conserver au delà de quelques heures, mais il est très facile de l'obtenir en solution, en traitant un poids connu de la base par

une quantité calculée d'acide chlorhydrique. On peut s'en servir pour préparer des matières colorantes intéressantes : ainsi, avec le diméthylméta-amidophénol, on obtient un beau bleu, analogue au bleu Capri et se fixant très bien sur coton mordancé au tannin; mais, tandis que le bleu Capri ne prend naissance qu'en solution alcoolique, le nouveau bleu se forme non seulement en solution alcoolique, mais encore en solution acétique; ce caractère le distingue absolument du bleu Capri. On l'en distingue encore par ce fait, qu'on peut le sulfoner et obtenir une couleur se fixant bien sur laine.

» En traitant 2 parties de nitrosométhyldiphénylamine par 3 parties d'acide gallique, on obtient un produit soluble dans le carbonate de sodium, et teignant la laine et la soie en violet bleu, dont la teinte se rapproche de celle de la gallocyanine. Ce corps teint également le coton sur mordants métalliques ou sur tannin : les couleurs obtenues sont, en général, plus rouges que les couleurs données par la gallocyanine.

» *Dérivé sulfoné de la méthyldiphénylamine.* — La méthyldiphénylamine se sulfone assez difficilement par l'acide sulfurique fumant; on obtient, au contraire, très facilement un dérivé sulfoné en chauffant au bain d'huile à 160°, pendant une dizaine d'heures, un mélange de 185gr de base récemment distillée et de 100gr d'acide sulfurique ordinaire. On arrête l'opération lorsqu'une prise d'essai se dissout intégralement dans une lessive alcaline. On sature alors le produit de la réaction par une solution de soude étendue à $\frac{1}{10}$, on filtre sur un papier mouillé et l'on évapore. Le résidu est épuisé par l'alcool bouillant, et ce liquide, évaporé, abandonne une masse cristalline, souvent très colorée, qui constitue le sel de sodium d'un acide monosulfoné de la méthyldiphénylamine.

Analyses du sel desséché à 100°.

I. Matière	0,560	SO^4Na^2	0,1484
II. Matière	0,5154	SO^4Na^2	0,1252

Na trouvé I.	Na trouvé II.	Calculé pour $Az\begin{cases}CH^3\\ C^6H^5\\ C^6H^4SO^3Na\end{cases}$
8,00	7,86	8,07

» Ce sel de sodium est très soluble dans l'alcool et dans l'eau, d'où il cristallise en petits grains formés d'aiguilles microscopiques. Il est assez stable et cependant, à la longue, il s'oxyde et se colore en bleu.

» Il n'a pas été possible d'obtenir à l'état de pureté l'acide contenu dans ce sel. Cet acide est très soluble dans l'alcool et dans l'eau, très peu

soluble, au contraire, dans les solutions même assez étendues d'acide chlorhydrique, qui précipitent une masse gommeuse altérable à l'air et que je n'ai pu faire cristalliser.

» Si l'on traite un mélange équimoléculaire de sel de sodium et de nitrite de sodium par l'acide chlorhydrique en quantité calculée, on obtient un dérivé nitrosé précipitable par le sel. Ce dérivé peut servir à préparer des couleurs sulfonées; ainsi, avec l'acide gallique, on obtient un violet très bleu, montant bien sur laine et dont la teinte se rapproche de certaines indulines. Avec le diméthylméta-amidophénol, on obtient un bleu identique comme teinte à celui que l'on peut préparer par sulfonation directe du bleu dont j'ai parlé au commencement de cette Note ([1]). »

ZOOLOGIE. — *Coccidies nouvelles du tube digestif des Myriapodes.* Note de M. **Louis Léger**.

« On sait que les Myriapodes, et plus particulièrement les Chilopodes, renferment une grande quantité de Sporozoaires appartenant surtout aux groupes des Grégarines et des Coccidies. Parmi les Chilopodes les plus infestés, il faut assurément citer en premier lieu les diverses espèces du genre *Lithobius,* chez lesquelles on ne connaît actuellement pas moins de trois espèces de Coccidies et au moins autant d'espèces de Grégarines.

» Je ferai connaître prochainement plusieurs types nouveaux de Grégarines vivant également chez les Chilopodes, mais je tiens dès maintenant à signaler deux formes de Coccidies qui me paraissent particulièrement intéressantes, par ce fait qu'elles s'éloignent sensiblement des espèces connues dans le groupe, l'une d'elles se rapprochant même singulièrement des Coccidies des animaux supérieurs.

» J'ai rencontré la première dans le tube digestif du *Lithobius impressus,* à Oran.

» Elle était tellement nombreuse dans l'un de ces Myriapodes que, durant six jours, les excréments n'étaient constitués que par des centaines de kystes de cette Coccidie. Au bout de ce temps, l'animal mourut. Cette Coccidie est grosse, de forme allongée dans sa phase d'accroissement. Les kystes, régulièrement ovoïdes, d'environ 80^{μ} dans leur plus grande longueur, mûrissent en dehors de l'hôte en une quinzaine de jours. A leur maturité, ils présentent un reliquat kystal considérable, autour duquel

---

([1]) Laboratoire de M. Grimaux, à l'École Polytechnique.

sont régulièrement disposées les spores en nombre variable, de quatre à trente environ.

» Les spores ont deux parois bien distinctes : une épispore frêle, biconique, fortement épaissie à un pôle seulement; une endospore épaisse, presque sphérique, à la surface de laquelle on distingue une ligne de déhiscence. Chaque spore ne renferme qu'un seul sporozoïte, gros et recourbé en cercle à l'intérieur de la spore, dont il occupe la majeure partie, laissant à peine un petit espace central occupé par un faible reliquat sporal. La sortie de l'unique sporozoïte de la spore est très curieuse à observer. A l'exemple de A. Schneider, j'ai réussi à la provoquer expérimentalement sous l'action du suc gastrique de l'hôte, ainsi que chez plusieurs autres spores de Coccidies d'Arthropodes.

» Cette Coccidie me paraît devoir rentrer dans le genre *Barroussia* (A. Schneider), qui est une Polysporée monozoïque; mais elle se distingue nettement de *B. ornata* de la Nèpe, par la forme du kyste et des spores, et la présence d'un reliquat kystal toujours assez considérable.

» La seconde Coccidie, que j'ai rencontrée chez les Chilopodes, me paraît présenter un intérêt plus considérable, tant à cause de sa dispersion très grande dans le groupe des Chilopodes que par son analogie complète avec les Tétrasporées du genre *Coccidium*, que l'on considère actuellement comme exclusivement propres aux Vertébrés.

» C'est une Coccidie petite, ovalaire au début, puis bientôt sphérique et revêtue d'une paroi résistante. Le diamètre du kyste varie à peine avec les différents hôtes entre 30^{μ} et 40^{μ}. On trouve dans l'intestin de l'hôte toutes les phases de son développement : phase d'accroissement, phase encapsulée, puis kystes avec quatre sporoblastes et finalement quatre spores mûres, jamais plus, sans reliquat kystal.

» Les spores ovoïdes allongées, avec une épispore un peu arquée d'un côté et épaissie latéralement, renferment toujours deux sporozoïtes avec quelques granulations de reliquat; elles ne montrent pas de ligne de déhiscence.

» J'ai rencontré cette Coccidie dans plusieurs espèces de *Lithobius*, notamment *L. castaneus*, *L. forcipatus* jeunes, *L. Martini*; dans le *Stigmatogaster gracilis*, où je l'avais autrefois rencontrée incidemment et signalée par erreur comme une Monosporée tétrazoïque; dans l'*Himantarium Gabrielis*, où je l'ai parfois rencontrée en quantité énorme; enfin, dans un *Géophilus* provenant de la Touraine et resté indéterminé. Selon les hôtes, la Coccidie subit quelques faibles variations spécifiques secondaires, relatives à la dimension et la forme des spores, mais elle conserve toujours ses caractères essentiels de *Coccidium* : kyste tétraspozé à spores dizoïques.

» A cause de la sphéricité du kyste, dans lequel elles sont à l'étroit, les spores sont ordinairement arquées du côté par lequel elles s'appuient à la face interne de la

paroi kystale. Elles se disposent ainsi côte à côte et en croix suivant les méridiens, de telle sorte que souvent on n'aperçoit que trois spores dans le kyste, la quatrième étant située exactement sous celle du milieu du premier plan. Quelquefois aussi, il y a réellement une spore qui avorte, mais ce cas est bien peu fréquent.

» M. Labbé a décrit récemment dans les *Lithobius* un genre *Bananella* à kystes sphériques ou ovalaires, et à spores absolument identiques à celles que je viens de décrire, mais qui ne contiendrait normalement que trois spores. Il me paraît évident que ce genre, dont il fait le type et l'unique représentant d'une nouvelle tribu, les *Trisporées*, ne représente qu'une anomalie du type *Coccidium* tétrasporé normal, que je rencontre chez plusieurs Chilopodes et surtout précisément chez les différentes espèces de *Lithobius*.

» Avec les Coccidies que je viens de signaler dans les Chilopodes, j'ai aussi rencontré des *Eimeria*, au sujet desquelles je reviendrai très prochainement.

» En résumé, des faits exposés dans cette Note je crois pouvoir conclure :

» 1° Qu'il existe, dans le *Lith. impressus*, une nouvelle Coccidie polysporée monozoïque, se rattachant au genre *Barroussia*, mais tout à fait distincte du *B. ornata* de la Nèpe;

» 2° Que le genre *Coccidium*, caractérisé par un kyste durable tétrasporé à spores dizoïques, n'est pas précisément propre aux Vertébrés, comme on l'enseigne actuellement; il est même très répandu chez les Myriapodes et particulièrement chez les Chilopodes;

» 3° Que les *Trisporées* et le genre *Bananella* de M. Labbé, caractérisés par des kystes à trois spores, ne représentent vraisemblablement qu'un état anormal du *Coccidium* des *Lithobius*, par avortement d'une des quatre spores qu'il possède normalement, ce qui s'observe, en effet, quelquefois. »

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur une prétendue maladie vermineuse des Truffes.* Note de M. **Joannes Chatin.**

« De nombreux Insectes, appartenant à différents ordres (Coléoptères, Lépidoptères, Diptères), ont été signalés comme tubérivores. On n'avait jamais eu à en rapprocher, sous ce point de vue, aucun Helminthe; aussi, ai-je été assez surpris de recevoir, durant ces derniers mois, des Truffes qui

m'étaient adressées comme nématodées; parfois même, on les considérait comme atteintes d'une « maladie vermineuse transmissible à l'homme par » l'ingestion du champignon ». Rien de moins fondé qu'une telle appréhension ; on va pouvoir en juger.

Les truffes nématodées étaient généralement petites, irrégulières et anfractueuses ([1]). Leur détermination spécifique, établie par l'examen des spores, m'a permis de les rapporter, dans la grande majorité des cas, au *Tuber melanosporum* Vitt; deux d'entre elles appartenaient au *Tuber brumale* Vitt; une seule au *Tuber uncinatum* Ch.

» Quant à la station occupée par les Vers, elle ne dépassait pas les tissus périphériques : péridium et zone extérieure de la gleba; rarement j'ai constaté une pénétration plus profonde et s'opérant alors par les veines qui sillonnent le parenchyme. Celui-ci se montre toujours plus ou moins désorganisé; mais, comme on se l'expliquera aisément par les détails qui suivent, cette désorganisation n'est pas imputable aux Helminthes : leur invasion se trouve postérieure aux altérations qui leur ont donné accès dans les tissus de la Truffe.

» En effet, lorsqu'on examine les Nématodes qui s'y rencontrent, on reconnaît qu'ils appartiennent à deux espèces essentiellement terricoles et saprophytes : *Pelodera strongyloïdes* Schn. et *Leptodera terricola* Duj.

» La constitution de leur appareil buccal ne saurait leur permettre d'attaquer, encore moins de perforer les tissus de la Truffe, en état d'intégrité normale. Ces Vers ne peuvent y pénétrer qu'à la suite d'altérations plus ou moins profondes, préparant le milieu dans lequel ils vont s'adapter à un parasitisme plus apparent que réel.

» Cette symbiose, assez relative, semble d'ailleurs leur être facile, car j'ai déjà eu l'occasion de l'observer dans des circonstances dont je crois devoir d'autant mieux évoquer le souvenir, qu'il ajoute à l'intérêt des faits résumés dans la présente Communication.

» En 1881, guidé par les bienveillants conseils de M. Pasteur, j'abordai l'étude d'une maladie vermineuse qui, particulièrement fréquente chez l'Oignon vulgaire (*Allium Cepa*), causait de sérieux ravages dans les cultures, soit en France, soit en Allemagne, etc. Dans une longue série de recherches ([2]), j'établis que la plante était attaquée par une Anguillule, armée

---

([1]) Ces caractères étaient particulièrement nets et d'une observation générale dans un lot assez considérable de truffes nématodées que j'ai pu examiner, grâce à l'aimable obligeance de M. le Dr Robert Moutard-Martin.

([2]) Voir *Comptes rendus*, 1883 à 1888.

d'un stylet, le *Tylenchus putrefaciens*, dont je fis connaître l'organisation et la biologie. Mais, en raison même de la rapide extension de l'helminthiasis, de nombreuses erreurs furent commises par des observateurs étrangers à l'étude et à la diagnose des Nématodes; on confondit, avec le *Tylenchus putrefaciens*, d'autres Anguillules, surtout terricoles. Les soumettant à de minutieuses comparaisons, je montrai que deux d'entre elles devenaient aisément saprophytes et, s'introduisant dans les tissus désorganisés de l'Oignon, s'y mêlaient au *Tylenchus* et simulaient de véritables parasites.

» Or, ces deux espèces étaient précisément représentées par le *Pelodera strongyloïdes* Schn. et le *Leptodera terricola* Duj. qui se montrent aujourd'hui chez la Truffe, dans des conditions identiques. Leur présence s'y explique dès lors naturellement, fournissant un nouvel exemple de l'adaptation biologique dont ces Vers m'ont rendu antérieurement témoin.

» Les saisons, exceptionnellement humides, que nous venons de traverser, ont-elles contribué à désorganiser les tissus et à en faciliter l'invasion par les Nématodes? Cette hypothèse est fort plausible; mais la conclusion qui se déduit des faits précédents, c'est que les Vers observés dans la Truffe sont de simples saprophytes, n'offrant aucun danger, et dont le cycle évolutif s'accomplit en dehors de l'organisme humain. Les Truffes « nématodées » ne possèdent pas la moindre nocuïté : c'est bien à tort qu'on s'est alarmé de la prétendue maladie vermineuse qui leur a été si hâtivement et si gratuitement imputée. »

ANATOMIE VÉGÉTALE. — *Sur l'appareil nourricier du* Cladochytrium pulposum. Note de M. **Paul Vuillemin**, présentée par M. Guignard.

« Dans une précédente Communication (*Comptes rendus*, 9 novembre 1896), j'ai montré que le parasite signalé chez la Betterave sous les noms d'*Entyloma leproideum* et d'*Œdomyces leproides* est une Chytridinée; je l'ai rapporté au *Cladochytrium pulposum* (Wallr.) Fischer (*Urophlyctis pulposa* Schr.). M. le professeur Magnus est arrivé, de son côté, à des conclusions analogues (*Annals of Botany*, mars 1897); toutefois, il distingue le parasite de la Betterave de celui des autres Chénopodées, sous le nom d'*Urophlyctis leproides*. La diagnose repose essentiellement sur les modifications différentes des plantes hospitalières. Mon éminent collègue de Berlin a eu l'extrême obligeance de me fournir d'excellents spécimens de *Chenopodium rubrum*, provenant de Carlsbad et déformés par le parasite. Les

tissus des verrues se distinguent immédiatement par les vastes perforations qui font communiquer les cellules envahies; cependant, la Betterave offre le même phénomène, bien qu'à un moindre degré, et, si l'on tient compte de l'extrême différence de structure des supports hospitaliers, il semblera prudent d'admettre tout au plus deux formes d'une seule espèce, tant que des expériences d'infestation n'auront pas fourni une base à l'opinion contraire.

» Cette question, tout accessoire, ne fait pas l'objet principal de la présente Communication. J'ai l'honneur d'attirer l'attention de l'Académie sur l'appareil nourricier, qui paraît avoir échappé à tous les observateurs. Les tubes décrits comme un mycélium n'ont pas de paroi cellulosique, mais une gaine mucilagineuse. Je les ai considérés comme des filaments connectifs, unissant les diverses parties d'un appareil reproducteur fractionné. Ils partent, non pas de la zoospore, mais d'une boule d'origine qui, chez la Betterave, est, en général, très éloignée de la surface de la tumeur. J'ajoutais à cette description : « Tout me porte à croire que l'appareil végé-
» tatif, etc. est un protoplasme nu, sorte de corps plasmodial, dont la
» *structure singulière* sera décrite ailleurs (*Bulletin de la Société botanique de*
» *France*, 13 novembre 1896). »

» Le 19 mars 1896, j'avais observé, dans l'intérieur des cellules des Betteraves lépreuses, des faisceaux de fibrilles présentant la structure et les réactions des éléments musculaires striés des Mammifères. J'écrivais quelques jours après à un savant académicien :

» On y distingue des fibrilles élémentaires, formées de disques sombres et de disques clairs, sans bande intermédiaire; les disques sombres, épais de $0^{\mu},3$ à $0^{\mu},43$, sont formés d'une série de grains; l'épaisseur des disques clairs oscille entre $0^{\mu},3$ et $0^{\mu},85$. Dans les cellules parenchymateuses, les fibrilles sont orientées dans diverses directions, tout en restant parfaitement striées. A mesure que l'on se rapproche des sacs sporifères, la dispersion et la résorption des éléments musculaires s'accusent; il ne reste bientôt que des plaques éparses sur toute la périphérie de la cellule; les disques s'isolent et se résolvent en granulations. En même temps, les noyaux du parasite deviennent très nombreux. La résorption des éléments musculaires dans le parasite de la Betterave offre des figures identiques à celles que M. Metchnikoff a consacrées à l'illustration de l'atrophie musculaire des Batraciens. C'est le plus souvent dans les cellules où les muscles ne sont plus représentés que par quelques grains alignés que l'on trouve les boules d'origine des organes reproducteurs. L'apparition des fructifications est parfois plus précoce : j'ai vu de gros sacs où les spores mûres étaient enveloppées de fibrilles striées des plus nettes.

» Cette description n'a pas été publiée. Les botanistes et les histolo-

gistes éminents qui ont bien voulu examiner mes préparations ou en faire de semblables ont été unanimes à reconnaître la frappante ressemblance de ces éléments avec les fibres musculaires des animaux supérieurs, et non moins unanimes à soupçonner une mystérieuse cause d'erreur, plutôt que d'attribuer une structure aussi complexe au protoplasme d'une Chytridinée. C'est pourtant à cette dernière conclusion que je me suis arrêté, pour des raisons positives qu'il serait trop long d'exposer ici.

» Cependant, pour écarter l'objection d'une influence locale énigmatique, je tenais à répéter l'observation sur de nouveaux matériaux. Le généreux envoi de M. Magnus vient de me permettre de trancher le débat dans les conditions les plus convaincantes. Le *Chenopodium rubrum* se prête moins bien que la Betterave à la recherche de l'appareil nourricier, car les tumeurs sont superficielles, concentrées sur un point restreint; il en résulte que le plasmode ne forme pas ces superbes cordons striés qui accompagnent les faisceaux disséminés dans le parenchyme hypertrophié de la Betterave. La structure fibrillaire et striée est pourtant bien distincte, notamment dans les masses qui traversent les perforations des membranes ou dans des cordons tendus d'un bout à l'autre d'une cellule.

» En résumé, l'appareil nourricier du *Cladochytrium pulposum* est un protoplasme nu, granuleux, contenant de nombreux noyaux et des faisceaux de *fibrilles striées musculiformes*. Il corrode les membranes cellulosiques et y forme, selon la nature des tissus, d'étroites perforations ou de larges fenêtres. Tantôt il forme des traînées à travers les tissus sans donner d'organes reproducteurs et sans provoquer d'hypertrophie cellulaire; c'est alors que la structure musculiforme est le mieux réalisée; tantôt il s'accumule dans des cellules qui deviennent géantes sous son action irritante : la structure granuleuse est alors prédominante et les fructifications apparaissent.

» Nos matériaux d'étude ne permettent pas de décider si le plasmode se déplace ou s'allonge simplement. La fonction de l'organe strié reste donc à déterminer.

» Le panache qui surmonte les vésicules collectrices, les appendices des jeunes chronisporanges sont formés, comme les fibrilles, d'une masse hyaline et de granulations se colorant comme les disques sombres des éléments musculiformes. Nous avons montré ailleurs qu'ils fonctionnent comme suçoirs. »

CHIRURGIE. — *De la cure radicale des hernies par les injections de chlorure de zinc.* Note de M. le Dr **Demars**, présentée par M. Lannelongue.

« La valeur pratique de la méthode imaginée par M. le professeur Lannelongue pour le traitement des hernies inguinales ne peut être évidemment jugée que par l'accumulation des faits. C'est pourquoi je crois opportun d'apporter, à l'appui de cette méthode, la contribution de six observations de cure radicale dans lesquelles la guérison a été obtenue très vite et s'est maintenue depuis. Il y a quatre mois que l'un des sujets a été opéré.

» Voici, très condensées, ces observations :

» Observation I. — L. Germaine, petite fille de six ans. *Hernie inguinale droite congénitale.*

» A l'âge de quinze jours, la mère s'aperçoit d'une grosseur dans l'aine droite, du volume d'une noisette, dont on ne s'occupe pas.

» A l'âge de deux ans, port d'un bandage qui maintient ou plutôt contient toujours la hernie.

» Je vois l'enfant au commencement du mois de mars 1897; elle a alors six ans.

» Le bandage retiré et la petite malade debout, apparaît dans la grande lèvre droite une grosseur du volume d'une petite noisette, augmentant par la toux. Réduction avec gargouillement.

» L'enfant couché, on sent l'impulsion par l'orifice inguinal inférieur ou interne; donc *entérocèle complète,* du volume d'une noix, dans la grande lèvre.

» *Opération le 22 mars 1897.* — Trois injections, chacune de 10 à 12 gouttes de solution de chlorure de zinc au dixième, au niveau du pilier interne et sur la face antérieure du pubis. Ces trois injections sont faites sur une ligne verticale, à 5^{mm} l'une de l'autre. Trois injections semblables au niveau du pilier externe.

» Douleur pendant les trois premières heures après l'injection; l'enfant est couchée sur le côté droit, avec flexion de la cuisse sur le bassin, pour diminuer la douleur.

» Le deuxième jour apparition d'un large gâteau à la région hypogastrique. Cette induration persiste pendant vingt-cinq à trente jours, puis va diminuant.

» A un examen fait le 20 avril 1897, c'est-à-dire trente-neuf jours après l'intervention, on voit que l'intestin ne sort plus, même par la toux; le gâteau induré a disparu, il ne reste plus qu'une voussure légère de la région; on sent, au niveau de l'orifice inguinal, un tissu élastique, peu perceptible par la main et qui obture cet orifice. La toux ne provoque plus de symptôme appréciable.

» Observation II. — B. Juliette, âgée de quinze ans; hernie inguinale gauche datant de l'âge de neuf ans.

» Chez cette fillette on s'aperçut de la hernie à l'âge de neuf ans; elle portait à ce moment deux jumeaux qu'elle soignait, et c'est dans un effort pour soulever ces deux enfants qu'elle a senti une tumeur apparaître brusquement; donc, hernie probablement de force.

» Port d'un bandage depuis trois ans.

» La malade nous est amenée le 27 décembre 1896. Entérocèle sortant par l'orifice inférieur; donc, hernie oblique externe, grosse comme une noix, occupant toute la partie supérieure de la lèvre gauche, facilement réductible.

» Opération le même jour. Trois injections internes et trois injections externes (pilier externe) de douze à quinze gouttes. Eschare de la peau apparaissant le sixième jour, large comme une pièce de quarante sous, tenant à ce que j'employais une aiguille en platine iridié à lumière large, qui permettait la sortie d'un peu de liquide en dehors de la pression du piston. L'eschare se détache et tombe trois semaines après, réparée par une cicatrice.

» Un mois après, c'est-à-dire vers le 25 janvier, notre opérée tombe et, par l'effort qu'elle fait pour se retenir, elle a le sentiment d'une nouvelle hernie.

» Le 20 avril 1897, c'est-à-dire près de quatre mois après l'opération, on voit une cicatrice légèrement déprimée au-dessus de la grande lèvre gauche, cicatrice non adhérente aux parties profondes.

» La partie profonde de l'orifice inguinal inférieur est souple et sans induration; on n'y sent pas d'impulsion, mais en faisant tousser la malade, on voit apparaître une tumeur grosse comme une noisette qui sort par la paroi antérieure du canal inguinal; cette tumeur est facilement réductible, avec gargouillement; on est donc en présence d'une *hernie inguinale directe, nouvelle,* qui n'a rien de commun avec la première.

» Observation III. — C. Gaston, six ans et demi; *hernie inguinale droite non congénitale.*

» La hernie a apparu à l'âge de quatre ans. Depuis, il porte un bandage et la hernie est habituellement maintenue.

» Examen le 2 janvier 1897; hernie inguinale droite; entérocèle atteignant la partie supérieure du cordon, ne descendant pas dans les bourses, réductible avec gargouillement.

» Trois injections externes et trois internes; douleurs pendant quinze heures; large induration qui disparaît progressivement. Guérison sans accidents.

» Malade revu le 20 avril 1897, c'est-à-dire trois mois et demi après l'opération; le testicule est légèrement plus petit que du côté gauche; le cordon est sain, et par la toux on ne sent plus aucune impulsion. La paroi abdominale du côté opéré est élastique, mais présente une légère voussure.

» Observation IV. — C. Eugénie, dix ans; *hernie inguinale droite congénitale.*

» La mère s'aperçoit de la hernie au bout de quelques jours après la naissance; l'enfant porte un bandage depuis l'âge de neuf mois.

» Examen le 7 février 1897; la hernie ne sort pas par la station debout. Par la toux une grosseur du volume d'une noisette apparaît dans la grande lèvre droite, à la partie supérieure. Elle est facilement réductible, avec gargouillement. Donc, *entérocèle inguinale droite congénitale complète,* avec sac préformé. Rien à gauche.

» Opération le 7 février 1897. Guérison sans accidents. Je revois la malade deux mois et demi après; aucune récidive; l'intestin ne fait plus pression par la toux; l'enfant ne ressent plus aucune douleur.

» Observation V. — D. Louis, sept ans; *hernie inguinale gauche congénitale,* constituant une bubonocèle. Père et mère sains. Pas de hernie.

» Opération le 5 janvier 1897. Trois injections externes et trois internes. Eschare de la peau, qui s'élimine au bout de trois semaines. Le petit malade reste au lit pendant trente jours.

» Examen le 20 avril 1897, c'est-à-dire trois mois et demi après l'opération. Cicatrice rougeâtre au niveau de l'orifice inguinal inférieur, non adhérente aux parties profondes; cordon et testicule sains. Par la toux il n'y a plus d'impulsion de l'intestin.

» Chez ce malade, je me suis servi de la même aiguille à lumière large, qui a encore provoqué l'eschare. Il n'y a pas eu d'œdème des bourses, et le testicule n'a pas augmenté de volume, comme dans l'observation III.

» Observation VI. — V. Henri, âgé de cinq ans; *hernie inguinale droite non congénitale* apparue à l'âge de trois ans; n'a jamais porté de bandage.

» Examen le 3 mars 1897. Entérocèle sortant par l'orifice inguinal inférieur droit, ne descendant pas dans les bourses, cordon sain; donc *hernie oblique externe*. Augmente par la toux, réductible avec gargouillement.

» Opération le 3 mars

» Revu un mois après. Il existe encore une légère induration profonde qui n'est pas douloureuse; les bourses et le testicule sont sains; il y a une légère voussure de la paroi abdominale; l'intestin fait pression sous l'influence de la toux, mais ne sort plus.

» Quelques réflexions à propos de ces six observations.

» Comme on le voit, sur les six cas il y a eu trois filles et trois garçons.

» L'âge est variable : garçon de cinq ans, fille de six ans, garçon de six ans et demi, garçon de sept ans, fille de dix ans, enfin une fille de quinze ans.

» Sur les six cas, nous avons deux hernies congénitales, l'une chez une fille, l'autre chez un garçon.

» Comme manuel opératoire, nous avons suivi exactement celui qui a été indiqué par M. le professeur Lannelongue, notamment dans une Leçon publiée récemment dans le *Bulletin médical* (1897, n° 18). Notre observation II suggère cependant l'idée d'une petite modification que l'on pourrait apporter au manuel opératoire. Nous avons dit qu'une hernie directe s'était produite dans ce cas après l'opération faite pour la hernie congénitale. Or, il nous semble qu'on aurait eu plus de chances d'empêcher cette hernie directe et d'obturer tout le trajet inguinal si, au lieu de pratiquer les injections directement sur le pilier externe de l'orifice inguinal inférieur pour descendre ensuite sur la face antérieure du pubis, nous les eussions faites plus en dehors, en enfonçant l'aiguille sur le ligament pectinéal lui-même.

» Dans ces six cas, l'intervention a été suivie de guérison et cette guérison s'est maintenue. A ce point de vue, l'observation II est particulièrement instructive. On a vu, en effet, que sous l'influence d'un effort, alors que la hernie était guérie, une nouvelle hernie *directe* (hernie de force,

comme la première) s'est produite, non pas sur le même point, mais par la paroi antérieure du canal inguinal du même côté. Ce fait démontre bien la supériorité de la méthode de traitement dont il s'agit et la certitude de la guérison. Il prouve, en outre, que, pour les hernies, il y a certainement une disposition spéciale de la paroi abdominale, disposition déjà signalée par Malgaigne, et qui prédispose à cet accident. Il suffira chez notre malade de renforcer la paroi antérieure du trajet inguinal par les injections de chlorure de zinc pour obtenir la guérison de cette nouvelle hernie.

» Par ce procédé, nous avons eu deux fois une eschare de la peau, qui a tenu à une aiguille dont la lumière était très large et qui laissait filtrer les gouttes de la solution sans faire de pression; il vaudra donc mieux se servir d'aiguilles plus fines en acier (les aiguilles de la seringue de Pravaz) pour ne pas avoir cet accident. Chez ces deux malades, du reste (Obs. II et V), l'eschare s'est guérie sans complication, la hernie est restée réduite.

» Les deux cas de hernie congénitale (Obs. V et IV) ont été guéris aussi vite que les hernies non congénitales; par conséquent le procédé peut se généraliser.

» L'œdème des bourses et du testicule nous paraît sans importance sérieuse, car nous voyons dans notre observation III que le testicule est à peu près revenu à son volume primitif, et qu'il devra fonctionner normalement par la suite. »

Note sur le traitement des hernies, à propos de la Communication de M. Demars; par M. Lannelongue.

« Le 7 juillet de l'an passé, j'ai présenté à l'Académie de Médecine cinq malades atteints de hernie dont j'avais obtenu la cure radicale par un procédé d'une grande simplicité. J'exprimai alors l'opinion de ne pas poursuivre de nouvelles applications de ma méthode avant un délai de six mois, pour être tout à fait fixé sur la valeur des résultats. Les six mois sont écoulés, car mes malades avaient été injectés le 3 et le 17 juin 1896 et nous sommes à la fin d'avril 1897; il y a donc plus de six mois. Je les ai tous revus depuis cette époque, à différentes reprises, le 14 avril pour la dernière fois. Je dois ajouter que j'en ai opéré un certain nombre d'autres.

» Je ferai très prochainement une Communication spéciale à l'Académie sur ce sujet. Il me suffira pour aujourd'hui d'annoncer que les résultats

ont dépassé mes espérances, attendu que la guérison se maintient dans des conditions de beaucoup supérieures à celles que l'on obtient par les opérations proprement dites, opérations du domaine de la grande chirurgie et qui ne sont pas exemptes de danger, d'ailleurs, puisqu'on manœuvre dans le péritoine, tandis qu'on ne saurait qualifier de ce nom les injections que je pratique en une seule séance, de deux à trois minutes de durée au plus.

» Voici d'ailleurs le procédé :

» La hernie étant réduite, un aide applique son doigt sur l'anneau supérieur ou externe, de manière à empêcher le passage du liquide dans la cavité péritonéale pour le cas où on l'injecterait par erreur dans le sac. L'injection dans le sac n'offrirait aucun danger; il n'en serait pas de même dans la cavité abdominale.

» Les injections doivent être pratiquées sur le pubis, en arrière et en dehors du cordon, qu'il convient d'éviter. Il est facile d'introduire l'aiguille de la seringue en dehors ou en dedans du cordon sans blesser aucune de ses parties constituantes. Pour cela, l'index de la main gauche doit être promené sur le pubis, perpendiculairement à la direction du cordon, de manière à provoquer un ressault qui indique un déplacement en bloc de cet organe. On couvre alors avec la pulpe de l'index gauche le cordon qui se trouve repoussé et maintenu du côté opposé à celui où l'on injecte. On enfonce ensuite l'aiguille sur le pubis et l'on ne s'arrête que lorsque la pointe butte contre l'os. L'opérateur dévie alors la pointe vers la face profonde du cordon et injecte 8 gouttes environ d'une solution de chlorure de zinc au dixième.

» La première piqûre, c'est-à-dire la première injection, doit être faite dans la paroi abdominale, aussi haut que possible, de manière à arriver avec la pointe de l'aiguille sur le bord supérieur du pubis. Si l'on est en dehors du cordon, la première injection correspond à la région de l'épine pubienne.

» La seconde injection est faite plus bas, sur le pubis, et enfin on peut en faire une troisième plus bas encore, vers l'origine de la branche descendante du pubis.

» On fera de même, de haut en bas, trois injections en dedans du cordon.

» Je recommande de prendre la précaution, en retirant l'aiguille, de ne pas déposer de chlorure sous la peau, afin d'éviter la formation d'escarres superficielles, et l'on fera bien d'appliquer un court instant le doigt sur la piqûre en comprimant un peu.

» Tel est le procédé opératoire pour la hernie inguinale que j'ai appliqué chez les enfants et les adolescents jusqu'à vingt ans.

» Chez l'adulte le procédé est identique; on augmentera seulement le nombre d'injections.

» C'est à cette manœuvre opératoire qu'a eu recours M. le Dr Demars, et il a obtenu six succès sur six opérations. La guérison s'est maintenue chez tous et la première opération remonte à plus de quatre mois. L'un des sujets est une fille de quinze ans. Un fait important s'est produit chez l'un des opérés. Il est bien guéri, mais sous l'influence d'un effort il s'est

fait une nouvelle hernie en dehors de la précédente. Cela prouve deux choses : la solidité de la guérison de la première hernie d'une part, et, de l'autre, l'affaiblissement de la paroi abdominale, signalé par tous les auteurs. C'est ce fait qui a conduit M. Demars à conseiller de commencer les injections externes plus en dehors que le pubis, sur la crête pectinéale. J'approuve la modification, en rappelant toutefois que, en allant trop en dehors, on ne tarderait pas à trouver la veine crurale, qu'il importe d'éviter. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur l'action locomotrice des membres antérieurs du cheval.* Note de M. **P. Le Hello**, présentée par M. Marey.

« En août dernier, j'ai prêté mon concours à des expériences faites à la Station physiologique, en vue de déterminer les déplacements des pièces squelettiques des membres du cheval pendant la locomotion. Le cheval, photographié en mouvement, a été ensuite abattu pour obtenir la pesée de ses muscles.

» Grâce à ces recherches, et aux conseils de M. Marey, je suis arrivé à construire l'appareil de démonstration des actions musculaires qui est l'objet de cette Note. Les procédés de construction étant les mêmes que ceux décrits dans le travail que j'ai présenté en juin 1896, je n'y insiste pas.

» La pièce rigide AGC (*fig.* 1) correspond au tronc et à la croupe

Fig. 1.

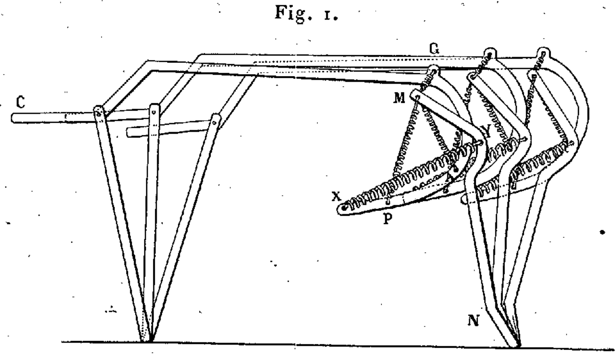


Schéma du mécanisme des membres antérieurs du cheval.

(coxal, colonne vertébrale, thorax); MN rappelle les membres antérieurs. Un double lien, MP et MA, équivaut au grand dentelé (allant des régions costales à la partie supérieure des épaules). Enfin, XY est un ressort dont la direction est celle des pectoraux.

» Pour faire fonctionner l'appareil il suffit d'exercer sur lui une pression d'avant en arrière. La rétrogradation de AGC, ainsi produite, fait place à une progression, dès que l'on cesse l'effort produit pour maintenir le déplacement réalisé. La figure montre trois positions successives de l'appareil dans son mouvement de progression.

» Le volume et la disposition des muscles invoqués correspondent absolument bien aux caractères anatomiques de ces organes, et les mouvements obtenus sont aussi ceux que l'on constate dans l'inscription chronophotographique. L'indépendance des mouvements de la région pectorale pendant la rigidité des membres correspondants peut, du reste, être constatée directement chez l'homme.

» De ces faits on peut déduire, à ce qu'il semble, les deux conclusions suivantes, absolument contraires aux idées admises :

» 1° Les membres antérieurs produisent une impulsion locomotrice dès le début de l'appui;

» 2° Les muscles pectoraux, dont le volume est si remarquable, sont les agents essentiels de cette action. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *L'action du Soleil et de la Lune sur l'atmosphère et les anomalies de la pression.* Note de M. **P. Garrigou-Lagrange**, présentée par M. Mascart.

« J'ai donné l'an dernier, dans diverses Communications, les relations qui régissent les mouvements barométriques, sur l'hémisphère nord, dans leurs rapports avec les positions du Soleil et de la Lune. J'ai pu depuis contrôler et vérifier ces relations par une étude plus détaillée et plus complète. Quelle que soit la période considérée, pourvu que l'on embrasse une portion assez grande du globe, les phénomènes présentent toujours, dans les moyennes générales, la même allure; mais, dans le détail de chaque année prise isolément, la forme de l'action luni-solaire se montre variable et paraît être fonction de l'état général de l'atmosphère au moment où elle s'exerce. On est ainsi amené à étudier la forme de cette action dans les diverses saisons ou années, suivant les caractères spéciaux qui les distinguent. Or, ces caractères sont surtout donnés par les écarts aux pressions moyennes ou anomalies de pression, qui impriment à la circulation générale, dans chaque période de temps, sa physionomie propre.

» J'ai abordé le problème des anomalies par une voie vraiment analy-

tique, en exprimant l'anomalie de pression en chaque point de l'hémisphère, dans une situation donnée, en fonction des anomalies aux divers points du globe dans les situations antérieures. La petitesse des écarts par rapport aux pressions moyennes permet d'ailleurs, dans une première approximation, de négliger les carrés et les puissances supérieures, ainsi que les produits des anomalies, en telle sorte qu'on est amené dans chaque cas à la considération d'un certain nombre de systèmes d'équations linéaires, dont la solution donne le sens et la grandeur des transformations qui s'effectuent d'une situation à la suivante.

» Ces équations permettent en outre de formuler des relations générales qui viennent compléter et éclairer, d'une façon heureuse, les lois plus générales encore que les moyennes fournissent. Ainsi, pour ne parler que des grandes lignes, on y observe des oscillations très régulières et très propres à caractériser la physionomie de la circulation générale, annuelle et saisonnière.

» Dans la période 1875-1892, plus particulièrement étudiée, par exemple, l'anomalie de pression change de signe sur l'hémisphère d'une année à l'autre, et ce changement s'opère dans le voisinage du solstice d'été. Cette importante relation se vérifie presque tout le long de la série, au 70e, au 50e et au 30e parallèle nord.

» Si l'on cherche l'effet de cette variation sur un point isolé, Paris par exemple, et dans la même période, on trouve pour les anomalies de pression une marche semblable, bien qu'évidemment moins nette. Comparant dès lors ces résultats avec la longue série d'observations qui commence pour Paris en 1757, on observe la même allure des phénomènes, non seulement dans les moyennes générales de toute la série, mais encore dans les moyennes particulières de six séries consécutives, de 25 années chacune, dans lesquelles on peut la décomposer.

» On doit conclure de là, entre les anomalies de pression, une relation que j'énoncerai, sous sa forme la plus générale, de la façon suivante : *Au point de vue de la distribution des pressions sur l'hémisphère nord, les années se suivent et ne se ressemblent pas; dans une même année, au contraire, estimée à compter du solstice d'été, les saisons se suivent et se ressemblent.*

» L'hiver 1896-1897 offre de cette double relation un exemple intéressant. Il a été caractérisé au nord de l'hémisphère par une grande et persistante anomalie positive, dont le contre-coup a été pour Paris une anomalie négative, égale à $-2^{mm},23$. Or, depuis 1894-1895, les saisons se suivent conformément à la loi précédente. L'anomalie, négative à Paris depuis l'été dernier, s'est montrée au contraire positive dans les quatre saisons antérieures, qui succédaient elles-mêmes à une période négative. On en pourrait déduire un changement à brève échéance dans les conditions météorologiques et un renversement de l'anomalie, que les équations donnent en effet positive, pour Paris et pour l'automne et l'hiver prochains.

» D'un autre côté, l'action de la marche de la lune en déclinaison s'est manifestée, dans l'hiver que nous venons de traverser, avec une grande intensité. Sur le méridien de Paris notamment, au 70e parallèle nord, la différence entre les pressions, de lune boréale à lune australe, a été constamment positive et égale, en décembre, à $5^{mm},5$; en janvier, à $15^{mm},0$; en février, à $4^{mm},5$ et pour la saison entière à $10^{mm},5$. Ces résultats sont comparables, en grandeur et en signe, à ceux que nous ont fournis les années 1882-1883 et 1894-1895. Or il se trouve précisément que dans les années 1882-1883, 1894-1895 et 1896-1897, la circulation générale a présenté la même physionomie et a été caractérisée par les mêmes anomalies de pression.

» *Conclusions.* — En résumé, je poserai les conclusions suivantes :

» 1° Les mouvements barométriques, à la surface de l'hémisphère boréal, sont soumis à des oscillations à très longue période, dont j'ai donné, l'an dernier, quelques formes séculaires et qui influent sur les pressions moyennes, annuelles ou saisonnières, des séries d'années successives.

» 2° Les écarts à ces pressions moyennes, ou anomalies, sont eux-mêmes sujets à des oscillations à période plus courte, dont une des plus remarquables semble être une oscillation bis-annuelle, qui veut que, sur l'hémisphère, l'anomalie change de signe d'une année à l'autre, en passant par le solstice d'été.

» 3° Les anomalies de pression ont ainsi une grande tendance à conserver, dans les moyennes, une même forme pendant de longues périodes. Lorsque les courants généraux, source des phénomènes, ont établi leur route à la surface du globe, ils y persistent avec une fixité remarquable et l'état de régime qui en résulte donne immédiatement, pour la période considérée, la physionomie particulière de la circulation générale. Cette circulation générale, à son tour, commande la forme des actions secondaires, telles que les actions dues aux révolutions du Soleil et de la Lune.

» 4° Les années plus particulièrement étudiées en détail, par exemple 1882-1883, 1894-1895 et 1896-1897, vérifient les relations précédentes et montrent que la méthode suivie fournira la solution la plus complète que nous puissions espérer, en l'état actuel de nos connaissances, du problème des transformations atmosphériques, qui n'est autre que celui de la prévision du temps à longue échéance. »

La séance est levée à 4 heures et demie. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 20 AVRIL 1897.

(*Suite.*)

Stato presente dei fenomeni endogeni nelle Eolie. Modena, coi tipi della Societa tipografica, 1896; 1 broch. in-8°.

Some little-known insects affecting stored vegetable products, by F. H. CHITTENDEN. Washington, Government printing office, 1897; 1 broch. in-8°.

Revista trimensal do instituto geographico e historico da Bahia, 1896. Vol. III, Bahia, 1896; 1 broch. in-8°.

Records of the geological Survey of India. Vol. XXX, 1897. T. R. Blyth, Calcutta; 1 fasc. in-8°.

Anuario de la real Academia de Ciencias, 1897. Madrid, L. Aguado; 1 broch. petit in-8°.

Memorie della Societa degli Spettroscopisti italiani. Vol. XXV. 1896. Roma, G. Bertero; 1 fasc. gr. in-8°.

Provisorische Resultate aus den fortlanfeuden Polhöheu Messungen. Prag, Hofbuchdruckerei, A. Haase, 1897; 1 fasc. gr. in-8°.

Saggio di Meteorologia dell'Etna di A. RICCO e G. SAIJA. Roma, Unione cooperative editrice, 1896; 1 fasc gr. in-8°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 26 AVRIL 1897.

Rapport de la Conférence météorologique internationale; reunion de Paris, 1896. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1897; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Mascart.)

Annales des Ponts et Chaussées; Mémoires et documents relatifs à l'Art des constructions et au service de l'Ingénieur. Paris, P. Vicq-Dunod et Cie, 1897; un vol. in-8°.

Paléontologie, monographies. Les Carnassiers, par A. POMEL. Alger, P. Fontana et Cie, 1897; un vol. in-4°.

Description des machines et procédés pour lesquels des brevets d'invention ont été pris sous le régime de la loi du 5 juillet 1844, publiée par les ordres

de M. le Ministre du Commerce et de l'Industrie. Tome LXXXVII. Paris, Imprimerie nationale, 1897; 1 vol. in-4°.

Archives des Sciences physiques et naturelles; Revue suisse (Partie littéraire). Genève, bureau des *Archives*, 1897; 1 fasc. in-8°.

Videnskabelige Meddelelser fra den naturhistoriske Forening i Kjobenhavn. Kjobenhavn, Bianco Lunos, 1896; 1 vol. in-8°.

Report of the meteorological Council. London, Printed for Her Majesty's stationery office, 1896; 1 broch. in-8°.

Annuaire géologique et minéralogique de la Russie, rédigé par M. Krichtafovitch. Varsovie, 1897; 1 fasc. in-4°.

Commission géologique du Canada; Rapport annuel, volume VII, 1894. Ottawa, S.-E. Dawson, 1897; 1 vol. in-8°.

Report of the British Association for the advancement of Science, held at Liverpool, 1896. London, John Murray, 1896; 1 vol. in-8°.

Archives italiennes de Biologie, sous la direction de A. Mosso, Tome XXVII. Fasc. I. Turin, Hermann Lœscher, 1897; 1 fasc. in-8°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 3 MAI 1897,

PRÉSIDENCE DE M. A. CHATIN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

BOTANIQUE. — *Classification nouvelle des Phanérogames, fondée sur l'ovule et la graine.* Note de M. **Ph. van Tieghem.**

« Telle qu'elle se trouve maintenant constituée, avec ses cinq subdivisions, ses dix alliances, ses trente-sept familles et ses cinq cent soixante genres, la division des Inséminées forme un ensemble assez étendu, assez varié et assez instructif pour qu'il soit nécessaire d'en tenir grand compte désormais dans l'étude et dans la classification des Phanérogames. En même temps, cet ensemble offre à divers égards, notamment au point de vue de la conformation du fruit, une assez grande homogénéité. Toujours indéhiscent, qu'il soit d'ailleurs une baie, une drupe ou un achaine, le

fruit de ces plantes est aussi presque toujours monembryoné, les Emmotacées faisant seules exception à la règle.

» Pour donner une idée du progrès réalisé sous ce rapport par le travail actuel, il suffira de rappeler, en mettant à part les Graminées, famille définie et admise de la même manière par tous les botanistes, comment les plantes qui composent aujourd'hui la division des Inséminées ont été classées dans les deux Ouvrages généraux les plus récents. Dans le *Genera plantarum* de MM. Bentham et Hooker, elles forment quatre familles : les Loranthacées, les Santalacées, les Olacacées et les Balanophoracées, avec 93 genres. Dans les *Familles naturelles des plantes* de M. Engler, Ouvrage actuellement en cours de publication, elles sont réparties en six familles, les Myzodendracées ayant été séparées des Santalacées et les Icacinacées des Olacacées, avec 120 genres. De six familles hier, on passe donc à trente-six familles aujourd'hui, et de 120 genres à 260.

» Il est très probable que les choses n'en resteront pas là et que, par les recherches ultérieures ayant pour objet soit les Phanérogames dont le fruit est encore inconnu ou mal connu, soit celles qui restent à découvrir, de nouveaux genres, de nouvelles familles viendront s'adjoindre aux précédentes pour accroître d'autant la division des Inséminées. Il doit nous suffire aujourd'hui d'avoir fortement constitué ce groupe, d'en avoir établi les grandes subdivisions et d'avoir précisé les caractères de leurs principaux représentants.

» Considérant, maintenant, non plus seulement les Inséminées, mais l'ensemble de l'embranchement des Phanérogames, on doit se demander jusqu'à quel point les caractères tirés de l'ovule, de son absence ou de sa présence, et, dans le second cas, de sa structure et de son développement après la formation de l'œuf, caractères si précieux pour la subdivision du groupe restreint que nous venons d'étudier, peuvent s'appliquer à la classification de l'embranchement tout entier.

» Tout d'abord, l'ovule permet de disposer les Phanérogames en deux grandes séries parallèles. Chez les unes, c'est lui qui reçoit directement le pollen, qui est pollinisé, et c'est sur son nucelle que germent ensuite les grains de pollen. Chez les autres, le pistil forme à son sommet, au-dessus et en dehors des ovules, un appareil spécial qui reçoit d'abord le pollen, qui est pollinisé, et qui en fait ensuite germer les grains à sa surface ; c'est le *stigmate*. Les premières peuvent donc être dites *Astigmatées*, les secondes *Stigmatées*.

» Dans les Astigmatées, l'endosperme, formé de nombreuses cellules toutes semblables au début, différencie quelques-unes de ses cellules périphériques supérieures en autant d'archégones, renfermant chacun une oosphère. Chez les Stigmatées, l'endosperme, formé de sept cellules seulement, dont une médiane beaucoup plus grande que les autres, différencie directement une de ses trois cellules supérieures pour former l'oosphère. Les premières peuvent donc être dites *Archégoniées*, les secondes *Anarchégoniées*.

» Dans les Astigmatées, la petite cellule fille du grain de pollen se divise en deux, dont l'une seulement est la cellule mère des anthérozoïdes; l'anthéridie y est bicellulaire. Chez les Stigmatées, la petite cellule fille du grain de pollen devient directement et tout entière la cellule mère des anthérozoïdes; l'anthéridie y est unicellulaire. Les premières peuvent donc être dites *Méranthéridiées*, les secondes *Holanthéridiées*.

» Enfin, chez les Astigmatées, le pistil, toujours réduit à l'ovaire, ne se reploie pas d'ordinaire autour de l'ovule ou des ovules qu'il porte, de sorte que plus tard les graines sont ordinairement nues. Dans les Stigmatées, au contraire, l'ovule quand il existe, l'endosperme tout au moins quand il n'y a pas d'ovule, est toujours enveloppé par l'ovaire, de sorte que plus tard la graine, quand il y en a une, l'embryon tout au moins, avec ou sans albumen, quand il n'y a pas de graine, est toujours entourée et protégée par le fruit. C'est pourquoi les premières ont été nommées *Gymnospermes*, les secondes *Angiospermes*.

» Mais il faut remarquer que cette dernière dénomination, qui est de beaucoup la plus usitée, est loin d'avoir la généralité des trois autres. Les Astigmatées ont toujours une graine, il est vrai; mais cette graine est quelquefois aussi complètement enveloppée par l'ovaire que celle des Angiospermes, comme on le voit chez les Éphédracées, les Welwitschiacées et les Gnétacées, comme on le voit déjà chez les Araucaries (*Araucaria*) et les Podocarpes (*Podocarpus*), parmi les Abiétacées, toutes plantes auxquelles la dénomination de Gymnospermes ne saurait donc convenir. D'autre part, les Stigmatées sont loin d'avoir toutes une graine, comme on l'a vu par les nombreux représentants de la division des Inséminées, plantes auxquelles le nom d'*Angiospermes* ne peut plus être appliqué.

» D'autre part, les deux dénominations d'*Archégoniées* et d'*Anarchégoniées*, de *Méranthéridiées* et d'*Holanthéridiées* sont elles-mêmes sujettes à une exception. La Welwitschie (*Welwitschia*), en effet, type de la famille

des Welwitschiacées, différencie directement, comme on sait, une de ses cellules d'endosperme en oosphère, et la petite cellule du grain de pollen y devient aussi directement la cellule mère des anthérozoïdes. Cette plante est donc, en réalité, anarchégoniée et holanthéridiée.

» Pour dénommer ces deux séries, il est donc préférable de s'en tenir désormais à l'expression très simple et tout à fait générale d'*Astigmatées* pour la première, de *Stigmatées* pour la seconde.

» A chacune de ces deux divisions primordiales, ou sous-embranchements, on peut maintenant chercher à appliquer les caractères tirés de la conformation et du développement de l'ovule.

» Chez les Astigmatées actuellement connues, qui sont, comme on sait, très peu nombreuses, il y a toujours un ovule, porté et parfois même enveloppé complètement, à l'exception de son extrémité, par un pistil réduit à son ovaire; en un mot, ces plantes sont toutes ovulées. Cet ovule a toujours un nucelle tégumenté, elles sont toutes nucellées et tegminées. Presque toujours le tégument est unique; elles sont presque toutes des Unitegminées. Chez les Gnètes (*Gnetum*) seuls, types de la famille des Gnétacées, il y a deux téguments; ces plantes sont donc des Bitegminées. Enfin, quand l'ovule se développe, après la formation des œufs dans les archégones, l'albumen ne digère que le nucelle et laisse inattaquée au moins la zone externe du tégument unique ou du tégument extérieur, s'il y en a deux, qui persiste autour de lui; en un mot, il y a toujours une graine, et ces plantes sont toutes des Séminées.

» Telles qu'on les connaît jusqu'à présent, les Astigmatées se trouvent donc toutes placées au degré le plus haut de l'organisation séminale et s'y répartissent, quoique très inégalement, entre les deux échelons les plus élevés de l'organisation ovulaire. On voit par là combien il est inexact de dire, comme c'est l'habitude, que les Astigmatées ou Gymnospermes sont inférieures aux Stigmatées ou Angiospermes.

» La série des Stigmatées est beaucoup plus nombreuse et beaucoup plus variée. Elle se divise d'abord, comme on l'a vu, en Séminées et en Inséminées. Les premières, évidemment supérieures aux autres, n'offrent que les deux degrés les plus élevés de la structure ovulaire, l'état bitegminé et l'état unitegminé. Les secondes, et c'est, comme on l'a vu, leur grand intérêt au point de vue de la Science générale, présentent, graduellement échelonnés au nombre de cinq, tous les états de différenciation progressive du carpelle autour de ses cellules mères d'endosperme, depuis le plus

simple, l'état inovulé, jusqu'au plus compliqué, l'état ovulé bitegminé. De sorte que la série des Stigmatées se trouve divisée en sept groupes, au sixième desquels, en montant, correspondent presque tous les membres actuellement connus de la série des Astigmatées.

» C'est ce que résume le Tableau à double entrée suivant :

			Phanérogames.	
			STIGMATÉES.	ASTIGMATÉES.
Phanérogames.	SÉMINÉES....		*Bitegminées.*	*Gnétacées.*
			Unitegminées.	Toutes les autres.
	INSÉMINÉES.		*Bitegminées.*	»
			Unitegminées.	»
			Integminées.	»
			Innucellées.	»
			Inovulées.	»

» On sait comment, dans chacune des subdivisions des Inséminées, à l'exception des Integminées, qui ne comptent jusqu'ici qu'une seule famille, on a fait intervenir successivement, pour les partager d'abord en alliances, puis en familles, l'absence ou la présence de pétales, et, dans le second cas, la conformation gamopétale ou dialypétale de la corolle, ensuite l'état supère ou infère de l'ovaire, enfin d'autres caractères différentiels de moindre importance. En appliquant la même méthode aux deux subdivisions des Séminées, on voit que les Unitegminées, toutes climacorhizes et dicotylées, comprennent d'abord quelques familles d'Apétales à ovaire supère (Bétulacées, Salicacées, etc.) et à ovaire infère (Corylacées, Juglandacées, etc.), puis quelques familles de Dialypétales à ovaire supère (Limnanthacées, Pittosporacées, etc.) et à ovaire infère (Ombellifères, Araliacées, etc.), enfin un très grand nombre de familles de Gamopétales à ovaire supère et à ovaire infère. Les Bitegminées forment un groupe encore plus hétérogène. Les unes, en effet, sont liorhizes, soit dicotylées, comme les Nymphéacées, soit monocotylées, comme toutes les plantes formant la classe dite des *Monocotylédones*, à l'exception des Graminées, qui sont, comme on l'a vu, des Inséminées. Les autres sont climacorhizes et dicotylées. Elles comprennent un très grand nombre de familles d'Apétales à ovaire supère et à ovaire infère, un très grand nombre de familles de Dialypétales à ovaire supère et à ovaire infère, et quelques familles seulement de Gamopétales à ovaire supère (Primulacées, Myrsinacées, Plombaginacées, etc.) et à ovaire infère (Cucurbitacées).

» Le Tableau ci-joint résume, dans ses traits principaux, pour la série tout entière des Stigmatées, la classification nouvelle fondée sur l'ovule :

- **STIGMATÉES**
  - **Séminées** — OVULÉES. NUCELLÉES.
    - BITEGMINÉES.
      - Climacorhizes. Dicotylées
        - Gamopétales. Ovaire..
          - infère.. *Cucurbitacées.*
          - supère.. *Primulacées. Myrsinacées. Plumbaginacées.*
        - Dialypétales. Ovaire..
          - infère.. La plupart.
          - supère. La plupart.
        - Apétales. Ovaire.....
          - infère.. La plupart.
          - supère. La plupart.
      - Liorhizes.
        - Dicotylées. Dialypétales........................ *Nymphéacées.*
        - Monocotylées.................................... Presque toutes.
    - UNITEGMINÉES. Climacorhizes. Dicotylées
      - Gamopétales. Ovaire..
        - infère.. La plupart.
        - supère. La plupart.
      - Dialypétales. Ovaire..
        - infère.. *Escalloniacées. Bruniacées. Grubbiacées. Loasacées. Hydnoracées. Ombellifères. Araliacées.*
        - supère. *Pittosporacées. Empétracées. Limnanthacées.*
      - Apétales. Ovaire .....
        - infère.. *Hippuracées. Cynomoriacées. Adoxacées. Corylacées. Juglandacées.*
        - supère. *Bétulacées. Salicacées. Callitrichacées.*
  - **Inséminées**
    - OVULÉES
      - NUCELLÉES.
        - BITEGMINÉES.
          - Climacorhizes. Dicotylées.
            - Gamopétales. Ovaire..
              - supère. *Coulacées. Heistériacées. Cathédracées.*
              - infère.. *Erythropalacées.*
            - Dialypétales. Ovaire supère..... *Scorodocarpacées. Chaunochitacées.*
          - Liorhizes. Monocotylées. Apétales. Ovaire supère............ *Graminées.*
        - UNITEGMINÉES. Climacorhizes. Dicotylées.
          - Gamopétales. Ovaire supère.... *Leptaulacées. Iodacées. Phytocrénacées. Sarcostigmatacées.*
          - Dialypétales
            - Ovaire supère... *Icacinacées. Pleurisanthacées. Emmotacées. Strombosiacées. Ximéniacées.*
            - Ovaire infère.... *Tétrastylidiacées.*
        - INTEGMINÉES. Climacorhizes. Dicotylées. Apétales. Ovaire supère.......... *Anthobolacées.*
      - INNUCELLÉES............ Climacorhizes. Dicotylées.
        - Gamopétales. Ovaire supère.... *Harmandiacées.*
        - Dialypétales. Ovaire supère..... *Aptandracées. Olacacées.*
        - Apétales. Ovaire.....
          - infère. *Sarcophytacées. Schœpfiacées. Arionacées. Santalacées.*
          - supère. *Myzodendracées. Opiliacées.*
    - INOVULÉES.................. Climacorhizes. Dicotylées.
      - Gamopétales. Ovaire infère..... *Elytranthacées. Dendrophthoacées.*
      - Dialypétales. Ovaire infère..... *Nuytsiacées. Treubellacées. Loranthacées.*
      - Apétales. Ovaire infère......... *Arceuthobiacées. Ginalloacées. Hélosacées. Viscacées. Balanophoracées.*

» Ce Tableau d'ensemble donne lieu à une série de remarques. Bornons-nous ici à faire observer que, des deux classes que l'on admet dans le sous-embranchement des Stigmatées ou Angiospermes, tandis que celle des Monocotylédones, à part la famille des Graminées, offre, au point de vue qui nous occupe, une très grande homogénéité, celle des Dicotylédones se montre, au contraire, extrêmement hétérogène.

» Dans la classification admise, cette classe des Dicotylédones est, comme on sait, subdivisée immédiatement, d'après l'absence ou la présence et, dans le second cas, d'après la conformation de la corolle, en trois groupes primaires : les Apétales, les Dialypétales et les Gamopétales. Puis, suivant l'indépendance ou la concrescence du pistil avec l'ensemble des parties externes qui laisse l'ovaire supère ou qui le rend infère, chacune de ces subdivisions se partage à son tour en deux groupes secondaires, que l'on considère comme de grands ordres. Notre Tableau montre aussitôt la grande hétérogénéité de ces six ordres, et que, dans une classification naturelle, il n'est plus possible désormais de les conserver comme tels.

» D'abord chacun d'eux renferme des Séminées et des Inséminées, et souvent plusieurs sortes de Séminées et plusieurs sortes d'Inséminées. Parmi les Apétales supérovariées, il y a des Inséminées de trois sortes : des Innucellées (Opiliacées, etc.), des Integminées (Anthobolacées) et des Bitegminées (Graminées) ; il y a aussi des Séminées de deux sortes : des Unitegminées (Bétulacées, etc.) et des Bitegminées (la plupart). Parmi les Apétales inférovariées, il y a des Inséminées de deux sortes : des Inovulées (Viscacées, etc.) et des Innucellées (Santalacées, etc.); il y a aussi des Séminées de deux sortes : des Unitegminées (Corylacées, etc.) et des Bitegminées (la plupart). Chez les Dialypétales supérovariées, il y a des Inséminées de trois sortes : des Innucellées (Olacacées, etc.), des Unitegminées (Icacinacées, etc.) et des Bitegminées (Scorodocarpacées, etc.); il y a aussi des Séminées de trois sortes : des Unitegminées (Pittosporacées, etc.), des Bitegminées liorhizes (Nymphéacées) et des Bitegminées climacorhizes (la plupart). Chez les Dialypétales inférovariées, il y a des Inséminées de deux sortes : des Inovulées (Loranthacées, etc.) et des Unitegminées (Tétrastylidiacées); il y a aussi des Séminées de deux sortes : des Unitegminées (Ombellifères, etc.) et des Bitegminées (la plupart). Parmi les Gamopétales supérovariées, il y a des Inséminées de trois sortes : des Innucellées (Harmandiacées), des Unitegminées (Phytocrénacées, etc.) et des Bitegminées (Heistéraciées, etc.); il y a aussi des Séminées de deux sortes : des Unitegminées (la plupart) et des Bitegminées (Primulacées, etc.).

Enfin, parmi les Gamopétales inférovariées, il y a des Inséminées de deux sortes : des Inovulées (Dendrophthoacées, etc.) et des Bitegminées (Erythropalacées); il y a aussi des Séminées de deux sortes : des Unitegminées (la plupart) et des Bitegminées (Cucurbitacées).

» C'est la preuve indiscutable que, dans la classification admise, les caractères tirés de la conformation de la corolle et des rapports du pistil avec les verticilles externes de la fleur sont invoqués trop tôt, et qu'il est préférable désormais de ne les faire intervenir que plus tard, après avoir employé auparavant des caractères plus importants, parmi lesquels se placent en première ligne, d'abord la nature du fruit, suivant qu'il est ou non pourvu de graines, ensuite l'absence ou la présence et, dans ce dernier cas, la conformation plus ou moins compliquée de l'ovule. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Recherches sur la composition des blés et sur leur analyse;* par M. **Aimé Girard.**

« Dans la Note que j'ai récemment présentée à l'Académie, j'ai indiqué les conditions nouvelles dans lesquelles, suivant moi, l'analyse doit se placer si elle veut fournir à la meunerie des renseignements utiles sur la composition des blés que l'agriculture livre au moulin.

» Ces conditions résident essentiellement dans la reproduction, sur une échelle restreinte, du travail de mouture que le meunier doit lui-même effectuer et sur la séparation du grain en deux produits nettement définis : d'un côté la farine panifiable, de l'autre l'ensemble des bas produits et des issues. Et c'est seulement à la suite de cette analyse mécanique que l'analyse chimique doit intervenir.

» Les procédés auxquels cette analyse recourt habituellement sont, d'ailleurs, défectueux et des procédés plus rationnels leur doivent être substitués; déjà dans ma première Note sur cette question je crois l'avoir établi pour la farine panifiable à 70 pour 100 d'extraction; aujourd'hui, je me propose de le démontrer pour les 30 pour 100 de bas produits et d'issues qui forment le refus de la mouture.

Composition des bas produits et issues à 30 pour 100 de refus.

» En excluant de l'alimentation humaine les $\frac{30}{100}$ de la masse du blé auxquels s'applique le nom de *bas produits* et d'*issues,* la meunerie met à la disposition de l'agriculture un résidu particulièrement riche pour l'alimentation du bétail.

» Si la farine a été bien préparée, celle-ci doit y retrouver, d'une part l'enveloppe de l'amande farineuse, c'est-à-dire le péricarpe encore adhérent à la membrane à grandes cellules qui forme l'assise externe de l'albumen ([1]), enveloppe dans laquelle figurent, en abondance, comme aussi dans le germe, des matières azotées assimilables, sinon par l'homme, du moins par les animaux, et, d'autre part, les fragments provenant de la zone périphérique de l'amande : gruaux vêtus et de basse qualité, dont l'introduction dans la farine eût donné des pains colorés, gras et lourds, mais qui, riches en gluten et en amidon, constituent pour le bétail un aliment de premier ordre.

» Ce serait chose extrêmement importante que de séparer et de classer, suivant l'ordre de leur digestibilité par les animaux, les matières azotées et hydrocarbonées de nature ligneuse qu'apportent l'enveloppe et le germe; la Science malheureusement n'est pas assez avancée pour permettre cette séparation et cette classification, mais tout au moins pouvons-nous prétendre à isoler et à doser le gluten et l'amidon qui, dans les gruaux vêtus et dans les sons, restent adhérents à l'assise externe de l'albumen.

» Pour obtenir cette séparation, j'ai eu l'idée de soumettre à un frottement prolongé, au milieu de l'eau glacée, les bas produits et les issues, de façon à détacher, par ce frottement, les dernières parties de l'amande farineuse sans entamer les divers téguments du germe et de l'enveloppe.

» Dans un vase entouré de glace au milieu duquel se meut d'un mouvement accéléré un agitateur à palettes, on loge, par exemple, 50^{gr} de bas produits et issues et 500^{gr} d'eau glacée. Pendant vingt heures, l'agitation est maintenue par un petit moteur et, dans ces conditions, on voit, des sons et des gruaux, qui incessamment se rencontrent et frottent les uns sur les autres, se détacher à la fois les grains d'amidon et les fragments de gluten qui, grâce à la basse température, flottent sans se souder à travers le liquide.

» Jeté ensuite sur un tamis du n° 80 le mélange laisse passer, à travers la toile, une eau laiteuse tenant en suspension l'amidon et le gluten pulvérulents, tandis qu'à la surface de cette toile sont retenus les débris de germes et d'enveloppes qu'on y lave avec de l'eau glacée, et à la face interne desquels on ne trouve plus alors ni amidon ni gluten en quantités appréciables.

([1]) Cette assise était, il y a peu de temps encore, désignée improprement sous le nom de *membrane interne* du tégument séminal.

» Abandonnée pendant vingt-quatre heures dans un vase entouré de glace, l'eau laiteuse qui a traversé le tamis laisse déposer le mélange de gluten et d'amidon qu'on essore sur une coupe en biscuit de faïence pour enfin y déterminer les proportions relatives de gluten et d'amidon.

» Quelquefois, la qualité du gluten permet de pâtonner directement le mélange qu'on malaxe ensuite sous un filet d'eau, de manière à obtenir la séparation de l'un et de l'autre; mais, le plus souvent, le gluten est de nature telle qu'il est presque impossible de le réunir. Pour obtenir dans ce cas une séparation exacte, il suffit d'ajouter au mélange en cours d'essorage une quantité connue de la farine à 70 pour 100 du même blé dont on a déjà déterminé la teneur en gluten et en amidon. Le pâton se fait alors aisément et fournit d'un côté le gluten des bas produits augmenté d'un poids connu, d'un autre l'amidon augmenté, de même, d'un poids connu.

» La détermination du poids de substance que les bas produits et issues peuvent abandonner à l'eau semblerait devoir être concomitante de l'opération qui vient d'être décrite; celle-ci, cependant, ne saurait donner des résultats exacts; filtrer la totalité de l'eau chargée de gluten et d'amidon deviendrait alors nécessaire, et, par suite de la lenteur de cette filtration, on verrait le gluten et l'amidon subir une altération souvent profonde. Mieux vaut, pour connaître le pourcentage des matières solubles, procéder à une opération semblable à la précédente et jeter sur le filtre la totalité du mélange; divisés par les débris de l'enveloppe, l'amidon et le gluten n'obstruent plus les pores du filtre, et en peu de temps on récolte ainsi les 200^{cc} à 250^{cc} de liquide clair qu'exige le dosage des matières azotées, hydrocarbonées et minérales que les bas produits et issues ont cédées à l'eau; ce dosage, bien entendu, n'est exact que si, pour éviter les transformations diastasiques, l'agitation a eu lieu constamment sous l'influence d'une température voisine de 0°; c'est en très peu de temps, d'ailleurs, que, dans ces conditions, la solubilisation se complète; à partir de quatre heures d'agitation, le pourcentage des matières solubles devient constant.

» Les bas produits et issues sont, on le sait, très riches en matières grasses, mais leur nature ligneuse offre à l'action des dissolvants une certaine résistance; pour faciliter cette action, celle de la benzine cristallisable par exemple, j'ai conseillé, il y a plusieurs années (¹), d'humecter ces produits d'acide chlorhydrique à 5 pour 100 et de les sécher ensuite, de

(¹) *Annales de Chimie et de Physique*, 6e série, t. III, p. 317; 1884.

façon à transformer les cellules et les vaisseaux en hydrocellulose pulvérulente que la benzine ou l'éther pénètrent avec facilité.

» Au cours du traitement à l'eau glacée que subissent les bas produits et issues, une partie notable de la matière grasse est chassée des cellules, de telle sorte que, si à la suite de ce traitement on veut connaître le poids exact des débris de l'enveloppe et du germe, il est nécessaire de faire sur ces débris, lavés et séchés à 100°, un nouveau dosage de matières grasses pour en comparer le résultat au résultat fourni par le dosage direct.

» Les opérations que je viens de décrire laissent définitivement aux mains de l'analyste la totalité des débris de germes et d'enveloppes lavés et séchés à 100°; la proportion en est considérable : elle représente en général, à l'état sec, 11 à 14 pour 100 du poids du blé, 40 à 50 pour 100 du poids des bas produits et issues.

» Il est donc extrêmement important d'en établir la composition pour ensuite déduire de cette composition les avantages que peut donner leur emploi dans l'alimentation du bétail.

» De cette composition, on s'est peu préoccupé jusqu'ici ; en général, aujourd'hui encore, appliquant les procédés conseillés il y a cinquante ans par Peligot et Millon, on se contente de soumettre les issues à l'action successive des acides et des alcalis. On obtient ainsi un résidu représentant 1 à 2 pour 100 seulement du poids de ces issues, et formé exclusivement par la cellulose résistante de Payen. Ce dosage, que l'on intitule dosage de la cellulose, est absolument sans intérêt pour le meunier qui doit, mouture faite, mettre ses bas produits à la disposition de l'agriculture.

» Dans les tissus de l'enveloppe et du germe, cependant, figurent non seulement la cellulose résistante de Payen, mais encore des hydrates de carbone nombreux rangés jusqu'ici dans la famille des celluloses, se saccharifiant au contact des acides et fournissant les uns des hexoses, les autres des pentoses, figurent également des matières azotées, plus ou moins attaquables, que les acides et les alcalis font disparaître en les solubilisant. De telle sorte que, du fait du procédé généralement adopté, on dissout une quantité considérable de produits qui, ne se retrouvant plus au moment de la totalisation des résultats, sont portés au compte de l'amidon qu'on a dosé par différence et dont la proportion se trouve ainsi exagérée.

» La détermination du pourcentage de ces divers produits mérite pourtant toute attention. Si l'homme, ainsi que je l'ai démontré par l'ex-

périence directe [1], ne peut les assimiler, il en est autrement des animaux; ceux-ci, le fait est aujourd'hui prouvé, digèrent et utilisent pour leur accroissement une partie au moins des matières azotées et hydrocarbonées que l'enveloppe et le germe du grain contiennent.

» Parmi ces matières, et quoique des recherches actuelles permettent d'espérer la solution prochaine de la question, nous ne saurions séparer et doser celles qui sont digestibles par les animaux et celles qui ne le sont pas, mais nous pouvons, en tout cas, établir le pourcentage des deux groupes dans lesquels elles sont comprises.

» Le traitement aux acides et aux alcalis n'en fournit pas le moyen. Poggiale, qui, dès 1853, avait reconnu les défauts de ce traitement, avait proposé d'agir autrement; en traitant par la diastase les résidus de la mouture, il avait pu donner des matières cellulosiques un dosage exact; les conseils de ce savant n'ont pas été écoutés.

» Le procédé mécanique que j'ai décrit tout à l'heure permet, plus simplement, la séparation de l'amidon et du gluten contenus dans les bas produits, et laisse, en résumé, l'analyste en face des débris d'enveloppes et de germes, débarrassés par l'eau des matières solubles qu'ils contiennent.

» Pesés avec soin après dessiccation à 100°, additionnés du poids des matières grasses détachées par le frottement, ces débris d'enveloppes et de germes représentent alors tout ce qui, dans les bas produits et issues, n'est pas farine ou n'est pas soluble dans l'eau; de telle sorte que si, dans ces débris, on dose les matières azotées et les matières minérales, si l'on tient compte des matières grasses précédemment dosées, on obtient par différence et avec précision le poids des tissus non azotés et insolubles qu'on peut alors désigner sous le nom générique de *celluloses*, comprenant la gomme de bois, les hydrates analogues et la cellulose elle-même.

» En adoptant cette méthode d'analyse, on obtient, de la composition des bas produits et issues, une expression rationnelle que l'insuffisance de nos connaissances laisse, à la vérité, incomplète encore, qui se modifiera dans le temps, mais qui dès à présent peut fournir au meunier et à l'éleveur une notion approchée de leur valeur alimentaire.

» Appliquée aux quatre blés que j'ai pris comme exemple, elle donne les résultats suivants :

---

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 6e série, t. III, p. 326; 1884.

		Blé de Bordeaux (Seine-et-Oise).	Blé d'Altkirch (Meuse).	Blé de Flandre (Nord).	Blé de St-Laud (Eure-et-Loir).
Eau		15,12	14,56	14,89	14,33
Matières solubles dans l'eau :	azotées	2,72	2,80	2,48	2,92
	hydrocarbonées	5,74	6,58	6,57	5,91
	minérales	2,04	1,82	1,50	1,72
	Total	10,50	11,20	10,55	10,55
Matières insolubles dans l'eau.	Gluten	4,78	4,31	4,36	4,67
	Amidon	28,35	26,36	26,40	29,79
	Matières azotées ligneuses	5,05	6,49	6,52	4,88
	Matières grasses	3,55	3,65	2,68	3,16
	Celluloses	29,87	30,26	31,38	29,06
	Matières minérales	2,12	1,82	1,86	1,81
	Total	73,72	72,89	73,20	73,37
	Total général	99,34	98,65	98,64	98,25
Inconnu et pertes		0,66	1,35	1,36	1,75
		100,00	100,00	100,00	100,00

» Rapprochés les uns des autres, les trois Tableaux, dans lesquels j'ai résumé les données numériques fournies par l'étude du blé entier, par l'analyse de la farine à 70 pour 100 d'extraction et par celle des bas produits et issues à 30 pour 100 de refus que fournit la mouture de ce blé, apportent, relativement à la composition de celui-ci, des données dont le meunier peut tirer profit pour la conduite de son travail.

» L'expression, d'ailleurs, en peut être modifiée par un calcul simple, en rapprochant les uns des autres les produits analogues de façon à reconstituer le blé dans son ensemble et à présenter sa composition sous une forme plus simple. Cette composition se traduit alors par les chiffres suivants :

Composition des blés entiers.

		Blé de Bordeaux (Seine-et-Oise).	Blé d'Altkirch (Meuse).	Blé de Flandre (Nord).	Blé de St-Laud. (Eure-et-Loir).
Poids moyen d'un grain		0^gr,051	0^gr,038	0^gr,041	0^gr,050
Constitution du grain en centièmes.	Amande	85,98	84,69	83,04	84,72
	Germe	1,50	1,41	1,35	1,16
	Enveloppes	12,52	13,90	15,61	14,12

	Blé de Bordeaux (Seine-et-Oise).	Blé d'Altkirch (Meuse).	Blé de Flandre (Nord).	Blé de St-Laud. (Eure-et-Loir).
	gr	gr	gr	gr
Eau	14,97	14,50	15,12	14,94
Matières azotées (¹) : Gluten	6,64	6,92	7,13	7,10
Matières azotées (¹) : solubles, diastases, etc.	1,59	1,54	1,37	1,74
Matières azotées (¹) : ligneuses	1,51	1,95	1,95	1,46
Amidon	58,35	57,55	56,84	58,78
Matières grasses	1,81	1,68	1,58	1,61
Hydrates de carbone solubles (²) : Sucres	0,75	0,95	1,33	0,75
Hydrates de carbone solubles (²) : Galactine, etc.	0,36	0,41	0,55	0,69
Hydrates de carbone solubles (²) : autres (de l'enveloppe)	1,79	1,97	1,97	1,77
Celluloses	9,12	9,08	9,56	8,88
Matières minérales	1,49	1,51	1,50	1,54
Inconnu et pertes	1,62	1,94	1,30	0,74
Total	100,00	100,00	100,00	100,00

» Tels sont les résultats auxquels conduit l'application de la méthode d'analyse des blés que je propose. Cette méthode est délicate, je le reconnais, et elle exige un temps assez long, mais elle met aux mains de l'industrie meunière des résultats nets et tangibles, tout différents des résultats incomplets et, sur certains points, inexacts que les méthodes employées jusqu'ici lui présentaient. »

ANATOMIE. — *Sur la signification morphologique des os en chevron des vertèbres caudales.* Note de M. **Armand Sabatier**, présentée par M. Milne-Edwards.

« Dans une Note précédente (séance du 19 avril 1897), recherchant quelle était la signification morphologique de l'appareil sternal thoracique et abdominal, j'ai démontré que cet appareil n'était que le résultat de la transformation des interépineux ventraux correspondant à ces régions. Mais le système des interépineux ventraux s'étend en arrière de la cavité viscérale et entre dans la constitution de la nageoire anale et de la nageoire caudale.

» Chez beaucoup de Vertébrés supérieurs aux Poissons, chez les Amphi-

(¹) Total des matières azotées	9,74	10,41	10,45	10,30
(²) Tot. des hydr. de carb. solubles.	2,75	3,33	3,85	3,21

biens urodèles, chez beaucoup de Reptiles (Énaliosauriens, Lézards, Crocodiles, etc.), chez un certain nombre de Mammifères (Monotrèmes, Marsupiaux, Édentés, Cétacés, Sirénides, quelques Singes), le système des interépineux ventraux est fort bien représenté à la région caudale, c'est-à-dire en arrière de la ceinture pelvienne. Les os en chevron, ou os en V, ne sont, en effet, que des modifications de ces interépineux.

» On a l'habitude de considérer ces os en V comme faisant partie de l'arc hœmal, et comme constituant les côtes caudales. C'est là un point de vue erroné. Les côtes de la région caudale font suite aux côtes des régions lombaire et sacrée. Ce sont des côtes soudées aux vertèbres, sous forme de longues apophyses aplaties, situées sur les côtés de la colonne vertébrale et confondues avec les apophyses transverses qui ont perdu de leur importance et de leur autonomie dès la région lombaire. Ces côtes caudales correspondent aux espaces vertébraux, comme les apophyses transverses.

» Les os en chevron, au contraire, sont toujours en relation avec les espaces intervertébraux ou articulations intervertébrales. Ils alternent donc avec les côtes, exactement comme le font les interépineux chez les Poissons. Cette relation constante des branches des os en V avec les espaces intervertébraux a une valeur qu'il ne faut pas méconnaître au point de vue de la caractérisation de ces os comme os interépineux.

» On objectera peut-être à cette vue que, chez beaucoup de Vertébrés, un certain nombre tout au moins de côtes thoraciques, et, par conséquent, de vraies côtes, s'articulent par leur tête (*capitulum*), dans l'intervalle de deux corps vertébraux, exactement comme les os en V; et que, par conséquent, cette situation intervertébrale semble appartenir aux côtes aussi bien qu'aux os en chevron, et ne saurait suffire pour établir entre ces deux groupes d'os une distinction fondamentale.

» A cela il convient de répondre que les relations des côtes avec les corps vertébraux par l'intermédiaire du *capitulum* sont des relations secondaires. Elles n'existent pas, en effet, chez les Poissons, où les côtes sont toujours rattachées aux apophyses transverses. Les côtes ont donc pour point d'appui primitif et fondamental les apophyses transverses par l'intermédiaire de leur *tuberculum*. Les côtes sont la prolongation articulée ou non des apophyses transverses; et leur colportant, le *capitulum*, n'est, au fond, qu'une apophyse récurrente surajoutée, qui s'est introduite chez les Vertébrés à respiration aérienne, comme moyen de perfectionnement et de régularisation des mouvements respiratoires de la cage thoracique.

» C'est là un fait que l'on peut facilement reconnaître chez beaucoup de Vertébrés, et, en particulier, chez les Cétacés, les Sirénides, les Crocodiliens, etc. Chez ces derniers, notamment, les côtes postérieures, c'est-à-dire abdominales sont portées à l'extrémité des apophyses transverses qu'elles continuent directement, et elles n'ont ni col, ni *capitulum*. Elles sont donc sans relations directes avec les corps vertébraux; tandis qu'à mesure qu'on avance vers les régions thoracique et cervicale, l'extrémité proximale de la côte se dédouble progressivement pour former, de plus en plus distinctement à côté du *tuberculum*, un *capitulum* dont le col s'allonge, et qui va s'articuler dans l'intervalle de deux corps vertébraux. Ainsi donc, le vrai type, le type simple et primitif de la côte est celui d'une simple prolongation de l'apophyse transverse; et c'est ce type qui est réalisé chez les Poissons et dans les côtes lombaires sacrées et caudales des Mammifères et des Reptiles.

» Il est certain que toute côte qui n'a à son extrémité proximale qu'une seule surface articulaire se trouve attachée à l'apophyse transverse, et est sans relations directes avec les corps vertébraux. Les os en V de la région caudale, qui n'ont pour chacune de leurs branches qu'une surface articulaire, ne pourraient donc être considérés comme des côtes, que si, comme ces dernières, ils s'attachaient aux apophyses transverses vertébrales. Mais tel n'est pas le cas; et leur attache intervertébrale ne permet de les considérer que comme des os intercostaux, c'est-à-dire des interépineux.

» Cela étant, il reste à déterminer quel est le genre de transformations que ces interépineux ont dû subir pour devenir les os en V.

» Chez les Poissons, les interépineux ventraux ont une direction générale de haut en bas, et plus ou moins d'avant en arrière, qui n'est modifiée que par le développement de la cavité viscérale, qui les refoule et les couche plus ou moins horizontalement.

» C'est ce que j'ai exposé dans mes Notes précédentes sur les ceintures et sur l'appareil sternal. Les interépineux caudaux, étant placés en dehors de l'influence et de la pression excentrique de la cavité viscérale, n'ont pas subi de changements de situation et de direction, et sont restés obliques de haut en bas et d'avant en arrière. Mais ils ont subi l'influence des gros vaisseaux artériels et veineux qui occupent la face inférieure des corps des vertèbres caudales et qui sont d'autant plus volumineux qu'ils sont appelés à nourrir un appendice caudal plus important. Aussi les interépineux caudaux, formés par l'union de deux parties paires, ont-ils

subi un écartement de ces parties au niveau du trajet même des troncs vasculaires caudaux. De là leur transformation en os en V.

» Ces interépineux, lieu d'insertion de muscles puissants, ne portent pas de rayons, ce qui n'a pas lieu de nous surprendre, puisque nous savons que les rayons des nageoires des Poissons disparaissent dans les autres groupes de Vertébrés.

» La conclusion à tirer des observations qui précèdent, c'est que le système des os interépineux qui, au niveau de la cavité viscérale, a fourni les ceintures, les membres, le sternum et la clavicule, fournit, dans bien des cas, en arrière de la cavité viscérale, une série d'os en V, ou os en chevron, qui représentent les interépineux de la région caudale de la colonne vertébrale.

» Il reste maintenant à examiner si, au devant de la cavité viscérale, c'est-à-dire dans les régions cervicale et céphalique, les interépineux n'interviennent pas également dans la constitution du squelette subvertébral de ces régions. Ce sera l'objet d'une prochaine Communication. »

ASTRONOMIE. — *Présentation du sixième Volume des « Annales de l'observatoire de Nice »*. Note de M. Faye.

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie, de la part de M. Bischoffsheim, fondateur de l'observatoire de Nice, le sixième Volume des *Annales* de cet observatoire, rédigé sous la direction de M. Perrotin, et imprimé avec une exécution bien remarquable par MM. Gauthier-Villars et fils.

» Ce Volume contient des recherches sur la planète Hécube, l'observation de nébuleuses et leur catalogue au grand équatorial, la détermination des coordonnées des étoiles doubles, pour faire suite au Catalogue des mesures de ces étoiles et de leurs satellites, au grand cercle méridien de Brunner, et une importante série d'observations faites au petit cercle méridien de Gautier.

» M. Simonin a pris pour sujet de Thèse de son doctorat l'étude des mouvements de la planète Hécube dont le moyen mouvement est presque le double de celui de Jupiter. C'est une des petites planètes qui présentent les plus grandes perturbations. M. Simonin s'est inspiré, dans cette étude difficile, des travaux de M. Gyldèn et surtout de M. Tisserand et de M. Poincaré. Il a réussi à donner une approximation satisfaisante des éléments, telle qu'on peut actuellement la conclure de quatorze oppositions.

Puis vient la suite des travaux de M. Javelle, sur les nébuleuses généralement très faibles qu'on ne peut observer, à l'aide du grand équatorial, qu'à la condition de maintenir la salle dans une obscurité complète, et dont le nombre monte aujourd'hui à 807.

» Ensuite les observations méridiennes des étoiles doubles au grand instrument méridien de Brunner, ainsi que des planètes principales. Ce travail a été exécuté par MM. Jabely et Simonin et MM. Colomas et Giacobini.

» Enfin le Catalogue des étoiles de culmination lunaire de M. Lœwy, et des circompolaires de la *Connaissance des Temps*, que M. Simonin a exécuté à l'aide du petit cercle méridien de M. Gautier, avec l'aide de MM. Colomas et Giacobini. Ce travail a porté sur 560 étoiles horaires et 14 étoiles circumpolaires, par 6000 observations méridiennes. Il a donné lieu à une étude approfondie du grand niveau de cet instrument, au cours de laquelle on a remarqué que ce niveau constituait deux instruments complètement différents selon qu'il était fixé au cercle méridien ou placé sur le comparateur. Il en est résulté que l'usage du niveau a dû être remplacé exclusivement par celui du nadir obtenu sur un bain de mercure.

» Nous ne pouvons que constater que les travaux particuliers des astronomes n'ont pas nui à leur activité régulière et que leurs observations ont été continuées avec toute l'assiduité et la régularité dignes d'un grand observatoire parfaitement dirigé. »

M. Darboux, en présentant le Compte rendu de l'inauguration du monument de N. Lobatschevsky à Kazan et l'éloge historique de l'illustre savant russe prononcé par M. A. Vassilief, s'exprime en ces termes :

« Je suis heureux de mettre sous les yeux de l'Académie l'étude si attachante et si documentée que M. le professeur Vassilief a consacrée à celui que Sylvester appelait en toute justice le Copernic de la Géométrie. L'histoire de la vie de Lobatschevsky se rattache de la manière la plus étroite à celle du progrès et du développement de l'Université de Kazan dont il fut recteur pendant dix-neuf ans, et qui conservera toujours avec fierté le souvenir désormais impérissable de ses travaux.

» Pendant longtemps, ces recherches si géniales sur les principes mêmes de la Géométrie ont été négligées ou dédaignées. C'est à un savant français, à mon ami regretté J. Hoüel, M. Vassilief a soin de le rappeler, que revient le mérite d'avoir, dès 1866, rappelé l'attention sur des découvertes

dont l'importance ne saurait être exagérée et qui contribueront à modifier profondément, à élargir et à étendre les idées que les savants et les philosophes s'étaient faites sur l'origine et la nature de nos connaissances. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions de prix chargées de juger les concours de 1897.

Le dépouillement des scrutins donne les résultats suivants :

Grand prix des Sciences physiques. — MM. Gaudry, Fouqué, Milne-Edwards, de Lacaze-Duthiers, Bonnier.

Prix Bordin. — MM. Milne-Edwards, Grandidier, Van Tieghem, Fouqué, Cornu.

Prix Damoiseau. — MM. Callandreau, Faye, Lœwy, Wolf, Radau.

Prix Fourneyron. — MM. Sarrau, Maurice Lévy, Léauté, Boussinesq, Sebert.

Prix Pourat. — MM. Bouchard, Marey, d'Arsonval, Chauveau, Guyon.

Prix Gay. — MM. Bornet, Van Tieghem, Bonnier, Guignard, Chatin.

Commission chargée de présenter une question de grand prix des Sciences physiques (prix du Budget) pour l'année 1899. — MM. Milne-Edwards, Van Tieghem, Cornu, Perrier, Bornet.

Commission chargée de présenter une question de prix Bordin (Sciences physiques) pour l'année 1899. — MM. Milne-Edwards, Cornu, Mascart, de Lacaze-Duthiers, Berthelot.

Commission chargée de présenter une question de prix Vaillant pour l'année 1900. — MM. Moissan, Troost, Friedel, Schützenberger, Armand Gautier.

Commission chargée de présenter une question de prix Gay pour l'année 1899. — MM. Grandidier, Van Tieghem, Milne-Edwards, Bornet, Bouquet de la Grye.

Commission chargée de présenter une question de prix Pourat pour l'année 1899. — MM. Marey, d'Arsonval, Chauveau, Duclaux, Bouchard.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

ASTRONOMIE. — *Sur la loi des variations de latitude.* Mémoire de M. F. GONNESSIAT, présenté par M. Lœwy. (Extrait par l'auteur.)

(Renvoi à la Section d'Astronomie.)

« Dans le Mémoire que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie sont rassemblées et discutées les mesures de distance zénithale faites, depuis douze ans, au cercle méridien de l'observatoire de Lyon, sous la direction de M. Ch. André. Les observations ont porté sur les étoiles fondamentales situées aux abords du pôle et ont servi à déterminer simultanément avec la latitude un système de déclinaisons absolues.

» De 1885 à 1893, il s'agit de mesures courantes, faites avec beaucoup d'autres, sans attention spéciale. La discussion de cette première série ayant donné des résultats satisfaisants, on décida, en 1893, de continuer ce travail, en l'entourant de soins particuliers. Depuis, on a donc multiplié les pointés à chaque passage, déplacé fréquemment les cercles et procédé par mesure de la double hauteur en associant, chaque fois, la visée directe à la visée par réflexion. Il était, en effet, intéressant de savoir si le cercle méridien, en même temps qu'il fournit les positions absolues des étoiles observées, ne peut pas servir à déceler les variations de latitude avec autant de sûreté que les méthodes différentielles utilisées à cet effet.

» Or, voici les principales conclusions de nos recherches :

I. *Loi des latitudes.*

$$\begin{aligned}
\varphi - \varphi_0 = &- 0'',14 \cos\left[t - \left(1890,00 - \frac{\lambda}{n_1}\right)\right] n_1 && (1)\\
&- 0'',155 \cos(\odot + \lambda - 330) && (2)\\
&- 0'',04 \cos\left[t - \left(1889,00 - \frac{\lambda}{n_3}\right)\right] n_3 && (3)\\
&- 0'',10 \cos\left[t - \left(1888,1 + \frac{\lambda}{n_4}\right)\right] n_4. && (4)
\end{aligned}$$

» Dans cette expression, t désigne le temps, $\odot$ la longitude du Soleil, λ la longitude terrestre rapportée au méridien de Lyon.

» Les vitesses des arguments sont respectivement

$$n_1 = 307°, \quad n_2 = 360°, \quad n_3 = 200°, \quad n_4 = 38°,7.$$

» A ces valeurs correspondent les durées de période

$$\tau_1 = 1^a,173, \qquad \tau_2 = 1^a,00, \qquad \tau_3 = 1^a,80, \qquad \tau_4 = 9^a,3.$$

» A la loi de Chandler, exprimée par les deux premiers termes, viennent donc s'ajouter deux nouveaux termes.

» Le plus important de ceux-ci est le terme (4). Nous établissons qu'il se rattache au déplacement de la ligne des nœuds de l'orbite lunaire; sa période est, en effet, celle d'une demi-révolution de ces nœuds, et l'oscillation correspondante, au contraire des autres, se propage de l'est à l'ouest. Il peut s'écrire

$$-0'',10\cos(2\,\Omega_{☾} + \lambda + 101). \tag{4}$$

» Quant au terme (3), bien que son coefficient soit faible, il présente un intérêt théorique : son argument vérifie, à 1° près, la relation de commensurabilité

$$3n_1 - 2n_2 = n_3.$$

» La loi précédente met en évidence l'action du Soleil et de la Lune sur le déplacement de l'axe de rotation à l'intérieur du sphéroïde terrestre, et donne ainsi une base plus sûre aux spéculations théoriques.

II. *Déclinaisons absolues*, 1895,0.

Étoiles.	Asc. dr.	Déclinaisons.	Date moyenne 1800+
	h m		
4165 B. A. C....	12.14,3	+88°.16′.54″,88 ±0″,03	93,6
2 Petite Ourse...	0.54,4	85.41.37,08 ±0,05	91,9
α Petite Ourse...	1.20,5	88.44.52,49 ±0,014	93,8
2099 Gr.........	14. 0,0	86.15.37,68 ±0,12	86,6
5140 B. A. C....	15.11,1	87.38.11,41 ±0,05	91,0
1235 B. A. C....	4. 3,7	85.16.40,04 ±0,05	91,6
698 Carr.........	4.54,6	85.49.18,57 ±0,08	94,8
ε Petite Ourse...	16.56,7	82.12.35,22 ±0,06	89,7
δ Petite Ourse...	18. 6,2	86.36.45,22 ±0,04	91,7
51 H. Céphée....	6.51,3	87.12.43,22 ±0,03	93,0
λ Petite Ourse...	19.28,1	88.58.39,47 ±0,03	93,5
2320 B. A. C....	7.52,5	88.56.47,43 ±0,03	93,3
7169 B. A. C....	20.33,4	81. 4.38,46 ±0,06	90,0
76 Dragon......	20.50,2	82. 8.32,32 ±0,06	93,0
7504 B. A. C....	21.20,5	86.36. 7,76 ±0,04	92,4
1 Dragon.......	9.22,1	81.47.24,43 ±0,08	90,3
3495 B. A. C....	10.14,4	84.47. 7,25 ±0,06	95,4
3441 Carr.......	22.21,6	85.34.45,96 ±0,04	92,3
8213 B. A. C....	23.27,8	+86.43.41,69 ±0,03	93,5

III. *Parallaxes stellaires.*

α Petite Ourse.........	$+0'',05$	$\pm 0'',02$
1235 B. A. C..........	$+0'',20$	$\pm 0'',07$

IV. *Constante de l'aberration.*

$$\nu = 20'',49 \pm 0'',02. \text{ »}$$

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel présente à l'Académie un Ouvrage de M. *Hinrichs*, professeur à Saint-Louis (États-Unis), intitulé : « Introduction to General Chemistry », en cent Conférences (*Lectures*), avec un Atlas de 80 Planches, représentant les portraits des principaux chimistes qui ont illustré la Science, ainsi que les appareils et objets fondamentaux de la Chimie.

M. Hinrichs a offert, à tous les Membres de l'Académie, son Livre, qui est rempli d'originalité, d'idées et de renseignements précieux.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur le problème de Dirichlet*. Note de M. S. Zaremba, présentée par M. Darboux.

« Nous simplifierons le langage en empruntant pour un instant quelques termes à la théorie de l'électricité. Soit (S) une surface fermée, simplement connexe, admettant en chacun de ses points des rayons de courbure déterminés différents de zéro, maintenue au potentiel zéro et soumise à l'influence d'une masse électrique égale à -1, concentrée en un point $M(x, y, z)$, situé à l'intérieur de la surface.

» Désignons par $u(x, y, z, x', y', z')$ la densité, en un point $P(x', y', z')$ de la surface (S), de l'électricité induite, dans ces conditions, sur cette surface. Soit enfin $f(x', y', z')$ une fonction donnée de la position du point P sur la surface (S). On peut s'attendre, d'après la théorie de la fonction de Green, à ce que la fonction $v(x, y, z)$, satisfaisant à l'équation de Laplace à l'intérieur de la surface (S) et se réduisant sur cette surface à la fonction $f(x', y', z')$, soit donnée par la formule suivante

$$v(x, y, z) = \int_S u(x, y, z, x', y', z') f(x', y', z')\, ds,$$

où ds représente l'élément relatif au point P de la surface (S). On trouve qu'il en est bien ainsi lorsque :

» 1° Il existe une constante positive A que ne dépasse jamais la valeur absolue de la fonction $f(x', y', z')$;

» 2° La fonction $f(x', y', z')$ ne devient discontinue que sur certaines lignes tracées sur la surface (S), lignes au passage desquelles elle varie brusquement d'une quantité finie en devenant indéterminée sur ces lignes elles-mêmes.

» C'est ce qui résulte du théorème suivant, que l'on obtient en comparant la fonction u avec des fonctions analogues relatives à une sphère ou à un système de deux sphères :

» *Désignons par* γ *la plus courte distance du point* $M(x, y, z)$ *à la surface* (S) *et soit*

$$r^2 = (x-x')^2 + (y-y')^2 + (z-z')^2,$$

la différence

$$\int_S u(x, y, z, x', y', z') f(x', y', z')\, ds - \frac{\gamma}{2\pi}\int_S \frac{f(x', y', z')}{r^3}\, ds$$

qui tend uniformément vers zéro lorsque γ *tend vers zéro.*

» Le théorème précédent permet, comme on le voit aisément, de déterminer la limite vers laquelle tend la fonction $v(x, y, z)$ lorsque le point $M(x, y, z)$ tend, suivant un arc donné, vers un point situé sur une ligne de discontinuité de la fonction $f(x', y', z')$. On en conclut de suite l'extension à l'espace du « procédé alterné » de M. Schwarz. »

GÉODÉSIE. — *Sur la précision comparée de divers modes de repérage de la verticale dans les observations astronomiques, géodésiques ou topographiques.* Note de M. **Ch. Lallemand**, présentée par M. Lœwy.

« Pour repérer la direction de la verticale, on emploie généralement, soit des visées nadirales sur un bain de mercure, soit un pendule, soit une nivelle à bulle d'air.

» A ces trois moyens on a récemment proposé de substituer, comme étant plus expéditif et plus précis, le repérage direct par contact en trois points avec la surface libre d'un bain de mercure. Pour pouvoir mesurer l'exactitude de ce nouveau procédé et la comparer avec celle des trois

premiers, nous avons demandé à M. Klein, chef du Dépôt des instruments du nivellement général de la France, quelques expériences dont voici les résultats :

» Une vis micrométrique [1], terminée par une pointe conique, reliée au pôle négatif d'une pile formée d'un élément Leclanché, était disposée au-dessus d'un bain de mercure communiquant avec l'autre pôle. On faisait lentement descendre la vis jusqu'à ce que le passage du courant fût signalé par une sonnerie électrique ou par un galvanomètre très sensible, intercalés dans le circuit; puis on effectuait, en regard d'un index fixe, la lecture du tambour micrométrique.

» On a opéré avec du mercure, tantôt simplement essuyé avec un chiffon propre, tantôt lavé avec de l'eau légèrement additionnée d'acide nitrique, puis séché avec du papier buvard ; la surface du bain était tantôt laissée à nu, tantôt recouverte d'une couche protectrice de 5^{mm} de pétrole. La comparaison des lectures individuelles avec leur moyenne a montré que les écarts suivaient sensiblement la loi des erreurs accidentelles [2] et qu'ils étaient à peu près indépendants du degré de pureté du mercure et du mode employé pour signaler la fermeture du courant; mais la présence de pétrole doublait ou triplait leur valeur. Les *écarts maxima* de part et d'autre de la moyenne ont été respectivement de 6^{μ} à 7^{μ} dans le premier cas (erreur probable correspondante $\pm 2^{\mu}$) et de 14^{μ} à 21^{μ} dans le second (erreur probable $\pm 4^{\mu}$ à $\pm 6^{\mu}$) [3].

» Avec un dispositif de repérage composé de trois pointes semblables formant un triangle équilatéral, l'incertitude probable sur la hauteur d'un point quelconque de la circonférence de rayon R passant par ces trois points serait aussi de $\pm 2^{\mu}$ dans le cas le plus favorable [4] et l'erreur pro-

---

(1) Pas, $0^{mm},5$; tambour de 50^{mm} de diamètre, divisé en 100 parties de $1^{mm},6$ de largeur, représentant chacune 1 micron d'élévation ou d'abaissement.

(2) Ces écarts, provenant de la mobilité du bain, ne doivent pas être confondus avec l'erreur systématique due à ce qu'en réalité le circuit se ferme dès que la pointe est assez proche du mercure pour permettre au courant de triompher de la résistance de l'air.

(3) Dans de nombreux essais préliminaires, où le bain de mercure était remplacé par un bloc de fonte, l'incertitude accidentelle du contact n'avait jamais atteint 1^{μ}; les écarts ci-dessus ne sauraient donc être imputés ni à des imperfections de l'appareil ou du mode opératoire, ni au défaut de précision des lectures.

(4) Soient, en effet (voir la figure) M le point en question A, B, C les trois

bable correspondante i_p à craindre sur la direction supposée de la verticale :

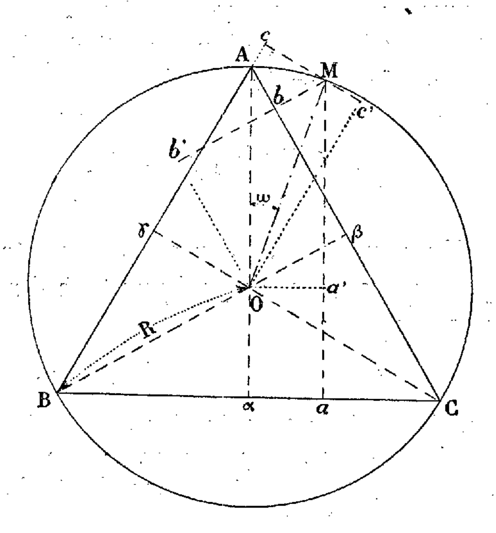
$$(1) \qquad i_p = \pm \frac{2^\mu}{R\sqrt{2}} = \pm \frac{0^{mm},0014}{R}.$$

» Calculons maintenant la précision des autres procédés :

» 1° *Visée nadirale sur bain de mercure.* — Soient F la distance focale de la lunette, G le grossissement propre de l'oculaire et i l'inclinaison de l'axe optique sur la verticale. La lunette étant supposée parfaitement au point, l'écart, dans le plan focal, entre la croisée du réticule et son image après réflexion sur le mercure, serait en réalité $2i$F et, en apparence, pour l'œil placé à l'oculaire, $2i\mathrm{F} \times \mathrm{G}$. Le minimum perceptible de cet écart étant

---

pointes et $\pm\varepsilon$ l'erreur probable de leur position *normalement au plan du cercle.*



L'incertitude correspondante, x, de la position du point M est la résultante de trois déplacements, savoir :

$$\pm\varepsilon\frac{\mathrm{M}a}{\mathrm{A}\alpha}, \quad \pm\varepsilon\frac{\mathrm{M}b}{\mathrm{B}\beta}, \quad \pm\varepsilon\frac{\mathrm{M}c}{\mathrm{C}\gamma}.$$

D'où

$$x = \pm\frac{2}{3}\varepsilon\sqrt{\frac{\overline{\mathrm{M}a}^2 + \overline{\mathrm{M}b}^2 + \overline{\mathrm{M}c}^2}{\mathrm{R}^2}}$$

$$= \pm\frac{2}{3}\varepsilon\sqrt{\left(\cos\omega + \frac{1}{2}\right)^2 + \left[\sin(\omega + 30°) - \frac{1}{2}\right]^2 + \left[\frac{1}{2} - \sin(30° - \omega)\right]^2} = \pm\varepsilon.$$

C. Q. F. D.

$0^{mm},07$ [1], et l'écart probable correspondant $0^{mm},035$, il en résulterait pour l'axe optique une inclinaison probable

$$(2) \qquad i_p = \pm \frac{0^{mm},035}{2F \times G} = \pm \frac{0^{mm},017}{F \times G}.$$

» 2° *Pendule avec index repéré au microscope.* — L étant la longueur du pendule et G le grossissement du microscope, l'erreur angulaire probable correspondante de calage serait, comme ci-dessus,

$$(3) \qquad i_p = \pm \frac{0^{mm},035}{L \times G}$$

» 3° *Nivelle à bulle d'air.* — Les expériences de M. le Dr Reinhertz [2] ont montré que l'erreur linéaire probable, due à la paresse de la bulle, est de $6^{\mu},6\sqrt{\rho}$, ρ étant le rayon de courbure de la fiole.

» Avec l'incertitude de lecture, d'environ 33^{μ} [3], l'erreur angulaire probable résultante de calage serait

$$(4) \qquad i_p = \frac{0^{mm},033}{\rho}\sqrt{1 + \frac{\rho}{25}}.$$

» *Conclusions.* — En supposant, pour ces différents cas, *les conditions pratiques les plus favorables* et en y appliquant les formules précédentes, on obtient le Tableau ci-après :

---

(1) D'après M. le professeur Foerster (*Procès-verbaux du Comité international des Poids et Mesures*, 1878), cette limite du pouvoir séparatif de l'œil répondrait à l'espacement moyen 4^{μ} des bâtonnets sensibles de la rétine (points d'insertion des filets du nerf optique).

La distance focale du cristallin étant, par exemple, de $0^{m},015$, deux points placés à $0^{m},25$ de l'œil (distance normale de la vision distincte) pourraient former leurs images sur le même bâtonnet et, par suite, pourraient paraître confondus en un seul, si leur écartement était inférieur à $4^{\mu} \times \frac{0^{m},25}{0^{m},015} = 0^{mm},067$ (angle visuel correspondant, 1' environ).

(2) *Zeitschrift für Instrumenten-Kunde*, 9e et 10e livraison de 1890.

(3) L'œil, en effet, n'apprécie guère qu'à $0^{mm},2$ près l'équidistance des extrémités de la bulle aux traits correspondants de repère gravés sur la fiole; d'où une incertitude maxima de $0^{mm},1$ sur la position de la bulle et une erreur probable correspondante trois fois moindre, soit $0^{mm},033$.

	Appareil fixe d'observatoire.		Erreur probable de calage.	Appareil transportable.		Erreur probable de calage.
1° Contact par trois points avec un bain de mercure.	Diamètre du bain.	1m	0",6	Diamètre......	0m,20	3"
2° Visée nadirale sur bain de mercure.............	Distance focale de l'objectif......	1m	0,8	Distance focale.	0m,35	3
	Grossissement de l'oculaire......	4		Grossissement.	3	
3° Pendule avec index repéré au microscope......	Longr du pendule.	1m,5	1	Long. du pendle	0m,35	2
	Grossissement du microscope....	4		Grossissement.	10	
4° Nivelle à bulle d'air....	Rayon de la fiole.	200m	0,1	Rayon........	50m	0,2
Rapport de l'erreur du procédé par contact, à l'erreur de la nivelle à bulle d'air.	6 fois.			15 fois.		

» Les erreurs calculées pour les deuxième et troisième cas sont un peu incertaines; mais, en tous cas, sans compter les nombreuses difficultés pratiques à vaincre, le calage direct par triple contact avec un bain de mercure ne saurait lutter avec la simple et classique nivelle à bulle d'air. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Propriété nouvelle des rayons cathodiques qui décèle leur composition complexe.* Note de M. **H. Deslandres**, présentée par M. Lœwy.

« Dans une Note précédente (*Comptes rendus*, p. 678, 29 mars 1897), j'ai exposé les recherches entreprises à l'Observatoire de Paris sur les actions mutuelles des rayons cathodiques et des corps placés à l'intérieur des tubes à gaz raréfié. J'ai montré que tous ces corps, conducteurs ou isolants, influent sur la direction des rayons cathodiques, alors même qu'ils sont anodes ou simplement isolés. Lorsqu'ils sont cathodes ou reliés à la terre, l'action exercée est seulement plus forte en général et d'ailleurs répulsive [1].

---

[1] La déviation des rayons a été notée attractive ou répulsive, le point de départ des déviations étant la position des rayons, lorsque le corps agissant est isolé; mais si l'origine des déviations correspond au cas où le corps est anode, les actions sont seulement répulsives.

» Or, dans ces premières recherches, j'ai observé le fait suivant, que j'ai étudié ensuite par des expériences spéciales, et qui est général.

» *Lorsqu'un rayon cathodique est dévié par un corps voisin, le plus souvent il se divise en même temps en plusieurs rayons distincts qui sont inégalement déviés. Les seconds rayons qui étaient réunis dans le rayon primitif se trouvent ainsi séparés.*

» Cette propriété des rayons cathodiques n'avait pas encore été signalée.

» Pour cette étude, j'emploie à l'intérieur du tube un écran percé en son milieu d'une fente fine. En deçà de l'écran se trouve la cathode principale. Dans la partie au delà de l'écran on observe sur le verre l'ombre portée par l'écran et, en son milieu, la raie brillante de la fente.

» Le tube, d'autre part, ainsi que dans les recherches de la Note précédente, est illuminé par une bobine de Ruhmkorff ordinaire dont les bornes sont réunies aux électrodes, sans solution de continuité, et sans organes supplémentaires.

» Dans un premier tube (¹), qui est celui de la Note précédente, la cathode principale est un disque plan rectangulaire; à côté se trouvait une seconde cathode, mobile, et également plane et rectangulaire. Lorsque chaque cathode est reliée séparément au pôle négatif, la raie brillante de la fente est simple et fine; et, lorsqu'on réunit les deux cathodes, la répulsion habituelle se produit; mais alors, au lieu d'avoir deux raies brillantes, on en a trois ou même quatre distinctes, pour certaines positions de la cathode mobile. Les conditions sont telles qu'une même cathode a dû, sous l'influence de la voisine, émettre deux faisceaux cathodiques distincts, de directions différentes. Si l'on déplace l'écran dans le tube, les cathodes étant fixes, la multiplication des raies se maintient sur une étendue notable du champ.

» Cette division curieuse des rayons n'est pas spéciale à ce tube muni de deux cathodes; elle se produit avec une cathode unique qui présente deux surfaces voisines formant un angle, et en particulier avec le disque qui constitue la cathode des tubes ordinaires, dans la partie du tube où ce disque est réuni au verre par un fil normal au disque (²). La même

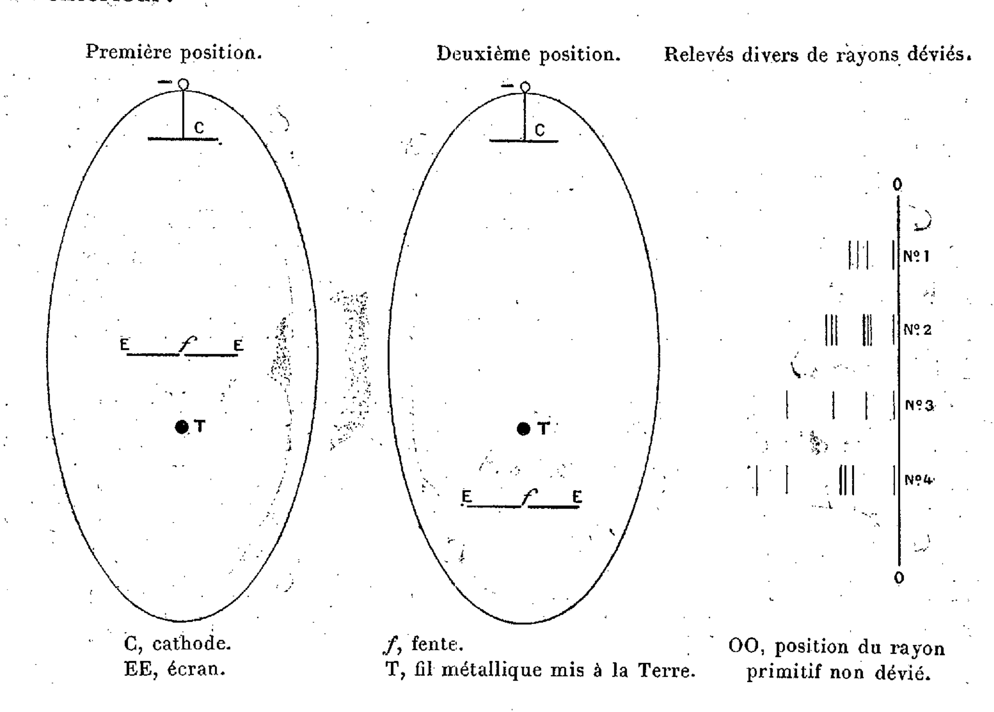
(¹) Sur les trois tubes qui ont servi à ces expériences, deux ont été construits par la maison Chabaud, le troisième par la maison Seguy.

(²) La déviation inégale des rayons peut les séparer complètement. On explique ainsi facilement les résultats au premier abord singuliers de Jauman qui, avec une cathode concave, obtient sur le verre un cercle brillant entouré d'un anneau distinct et brillant, l'anneau étant d'ailleurs plus sensible aux influences extérieures.

division se présente aussi dans les circonstances où apparaissent les surfaces d'interférence de Jauman, et les *Summation Gebilde* de Wiedeman et Schmidt.

» Cependant l'interprétation du phénomène est absolument claire, quand on se place dans les conditions les plus favorables, quand on agit sur un rayon cathodique bien isolé, et à une certaine distance de la cathode, de manière à avoir de fortes déviations.

» La cathode, unique, a la forme la plus simple et est un disque plan circulaire; à une certaine distance, on soude au tube un petit appareil que j'appelle *explorateur du champ*. Cet appareil est un bouchon rodé qui, se prolongeant dans le tube, porte d'une part l'écran EE isolé et sa fente F, et d'autre part un fil métallique T, laissé à nu, parallèle à la fente et relié à l'extérieur.



C, cathode.
EE, écran.

f, fente.
T, fil métallique mis à la Terre.

OO, position du rayon primitif non dévié.

» Dans la position (1), le rayon, après avoir été isolé par la fente, passe à côté du fil métallique. Lorsque ce fil est isolé, la raie brillante de la fenêtre est simple et fine; mais si l'on relie le fil T au pôle négatif ou à la Terre, la raie se divise en plusieurs raies moins intenses, inégalement déviées. La dispersion des raies diminue lorsque le rayon est éloigné du fil. Elle est maxima lorsque le fil est cathode; mais alors on est gêné par le

rayonnement cathodique du fil. Aussi est-il préférable de le relier à la Terre, la déviation étant dans nos expériences diminuée environ de la moitié.

» L'action du fil mis à la Terre s'étend au champ cathodique tout entier, car si l'on tourne le bouchon de 180° environ (deuxième position), les raies brillantes sont encore multiples, la séparation des raies variant toujours avec la distance au fil.

» Je reproduis ci-contre le relevé précis des raies déviées, fait sur le verre du tube dans plusieurs cas; la raie o étant la raie simple que donne la fente au début, lorsque le fil est isolé.

» Si, avec un même tube, on emploie des bobines différentes, les images des raies dispersées présentent des différences et, en même temps, des points communs (¹). Les raies les plus déviées apparaissent aux très basses pressions.

» La séparation, la dispersion des raies augmentent en même temps que la surface du fil T estimée parallèlement aux rayons; elle augmente aussi avec la différence de potentiel entre le fil et l'anode, pour une même différence de potentiel entre l'anode et la cathode.

» Cette division par l'action d'un corps voisin peut être rapprochée d'une division analogue réalisée par l'action de l'aimant dans les expériences de Lénard et de Birkeland. Le manque d'aimants convenables ne m'a pas permis de reconnaître si la division du rayon était la même dans les deux cas.

» La complexité du rayon cathodique est nettement décelée par ces recherches; elle doit contribuer à nous faire connaître la nature exacte de ces rayons, qui nous échappe encore (²). Dans cet ordre d'idées, on est conduit à poser les questions suivantes : Les rayons inégalement déviés ont-ils la même vitesse de propagation? Sont-ils émis successivement ou simultanément? Comment varie leur déviation pour des distances croissantes à la cathode? La difficulté des observations dans le vide ne permet pas une réponse immédiate.

(¹) On est ainsi conduit à penser que cette division par l'action d'un corps voisin pourra fournir : 1° un moyen original d'étudier les appareils électriques qui produisent de hauts potentiels; 2° un caractère distinctif de la nature chimique du gaz intérieur et même de la cathode.

(²) Cependant ces premiers résultats sont plutôt favorables à la théorie du bombardement moléculaire, présentée par Crookes.

» Ces recherches, d'ailleurs, ont un réel intérêt non seulement pour les physiciens, mais pour les astronomes. Les conditions nécessaires à la production des rayons cathodiques se présentent dans les corps célestes et en particulier dans l'atmosphère solaire. On peut, sur cette division des rayons cathodiques, appuyer une théorie des comètes qui explique la division de leur queue [1]. »

PHYSIQUE. — *Sur la polarisation partielle des radiations émises par quelques sources lumineuses sous l'influence du champ magnétique*. Note de MM. **N. Egoroff** et **N. Géorgiewsky**, présentée par M. A. Cornu.

« Dans la première Note, présentée à l'Académie le 5 avril, nous avons décrit la méthode d'observation de la polarisation partielle d'émission de flammes et d'étincelles sous l'influence du champ magnétique assez modéré [le brûleur Bunsen à sodium démontre la polarisation, quand il se trouve entre les pôles magnétiques de Ruhmkorff à distance de 100^{mm}, correspondante à l'intensité du champ, 500 [2]].

» En continuant nos recherches nous avons trouvé les faits suivants :

» 1. Le compensateur Babinet démontre, comme l'analyseur de Savart, aussi facilement la polarisation partielle rectiligne des radiations équatoriales et la polarisation elliptique de signe contraire des radiations inclinées à l'équateur du champ. Les axes des ellipses se confondent. Cette particularité du champ magnétique ne permet pas de découvrir la polarisation circulaire des radiations axiales, sans avoir un spectroscope très dispersif.

» 2. La quantité relative des radiations équatoriales, émises par la flamme du sodium et polarisées rectilignement, varie avec l'intensité du champ magnétique en suivant une courbe particulière (en changeant l'intensité depuis 1800 jusqu'à 8500, nous avons changé la quantité de lumière polarisée entre 2 et 11,5 pour 100). Pour ces mesures nous avons utilisé une ou deux lames de verre (piles de glaces) pour compenser, par réfraction, la polarisation rectiligne des radiations équatoriales.

» 3. Sous l'influence du champ magnétique, ayant une intensité donnée, la quantité de la lumière rectilignement polarisée et émise équato-

(1) Ces recherches ont été faites avec l'aide de mes deux assistants, Millochau et Mittau.

(2) L'intensité du champ était mesurée à l'aide d'une spirale graduée de bismuth.

rialement par la flamme du sodium varie avec la température de la flamme.

» 4. Dans la Note précédente, nous avons dit que la polarisation partielle se découvre aussi facilement dans les étincelles d'induction entre les électrodes en magnésium, tandis que, avec les électrodes en cuivre, zinc, charbon, etc., elles ne donnèrent directement, à l'analyseur de Savart, aucun signe de polarisation.

» En désirant étudier avec plus de précision l'influence du champ magnétique sur les étincelles de différents métaux, nous avons résolu d'étudier le changement des spectres de ces métaux, à l'intensité du champ de 7500. Pour cela, nous avons employé le spectroscope à vision directe, en regardant le spectre à travers l'analyseur Savart.

» Après réfraction dans les prismes, nous avons observé les lignes noires de Savart sur les raies spectrales.

» En compensant suffisamment cette polarisation partielle, produite par réfraction dans les prismes, par la plaque en verre placée en avant de la fente du spectroscope et qui peut être tournée autour d'un axe horizontal, nous pouvions fortement affaiblir les lignes de Savart, en les laissant visibles. Par cette méthode, nous avons espéré découvrir la polarisation rectiligne des radiations équatoriales spectrales sous l'influence du champ magnétique. Les expériences ont vérifié nos vues. Presque tous les métaux employés (Cu, Tl, Zn, Cd, In, Mg, Ca, Ba, Fe) démontrent la polarisation exclusivement dans les raies facilement *renversées*. Le phénomène s'observe d'une manière très instructive, pour le cuivre, dans la partie verte du spectre (le changement est fort grand dans la raie 510,5, plus faible dans la raie 5153, et nul pour les longueurs d'onde 5217 à 5292). Pour l'indium, le changement avait lieu seulement pour la raie violette 4510, tandis que les autres (6193, 5250, 5900, 4680, 4616 et 4638) n'éprouvaient aucune influence du champ.

» 5. Les raies de l'hydrogène et de l'hélium, dans les tubes de Geissler, ne nous ont pas donné jusqu'à présent de résultats définitifs.

» A la fin de la Note, nous faisons une petite remarque à propos de nos expériences avec la flamme de Drummond, colorée par l'amiante, imbibée de sel ordinaire. Nous pouvions observer plusieurs fois, après la fermeture du circuit de l'électro-aimant, un petit déplacement du fragment d'amiante, corps assez magnétique, dans la flamme; déplacement qui pourrait occasionner les changements de la température du sodium si forts et si brusques, que nous avons pu voir à l'aide du réseau plan de Rowland

(deuxième spectre), non seulement l'élargissement exceptionnel des raies D_1, D_2, mais même le renversement de celles-ci. Après la rupture du courant, l'amiante reprend instantanément sa place antérieure dans la flamme, et les raies leur aspect primitif. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Du rôle des peroxydes dans les phénomènes d'oxydation lente.* Note de M. A. Bach, présentée par M. Schützenberger.

« Les oxydations énergiques dont l'organisme animal est le siège impliquent nécessairement la transformation préalable de l'oxygène passif du sang en oxygène actif. Parmi les différentes hypothèses énoncées sur le mécanisme de cette transformation, l'hypothèse de Hoppe-Seyler est celle qui s'est le plus accréditée. Suivant Hoppe-Seyler, l'hydrogène naissant dédouble la molécule d'oxygène passif, dont il fixe l'un des atomes pour former de l'eau, tandis que l'autre atome est mis en liberté et devient capable de produire les oxydations les plus énergiques. Des réactions analogues se passeraient dans l'organisme où, sous l'action de certains ferments, il peut y avoir dégagement d'hydrogène ou formation de substances aisément oxydables qui fonctionnent comme l'hydrogène naissant.

» L'étude des phénomènes d'oxydation lente m'a conduit à la conclusion que la transformation de l'oxygène passif en oxygène actif peut s'effectuer par l'intermédiaire des peroxydes qui prennent naissance dans l'oxydation des matières facilement oxydables. Par peroxydes j'entends des composés oxygénés fonctionnant comme l'eau oxygénée et caractérisés par la présence d'au moins un groupe — O — O — dont les deux valences libres sont saturées par des radicaux électropositifs ou électronégatifs, monovalents ou bivalents.

» La formation d'eau oxygénée dans l'oxydation de certaines substances en présence d'eau est connue depuis longtemps. Mais j'ai tenu à me rendre compte, en m'aidant de réactifs tout à fait sûrs, jusqu'à quel point la formation de peroxydes est un facteur normal de tout phénomène d'oxydation lente. Pour déceler la présence de peroxydes j'ai employé les réactifs suivants : 1° sulfate titanique, préparé en faisant digérer 1^{gr} d'acide titanique dans 20^{cc} d'acide sulfurique, étendant à 100^{cc} et filtrant; 2° sulfate hypovanadeux, préparé en faisant dissoudre à chaud 1^{gr} d'acide vanadique dans 20^{cc} d'acide sulfurique et étendant à 200^{cc}; 3° système bichromate de potasse-aniline-acide oxalique, que j'ai proposé pour la recherche de l'eau oxygénée dans les plantes. Contrôlés l'un par l'autre, ces réactifs donnent des résultats qui sont à l'abri de toute contestation possible.

» Les substances suivantes m'ont donné les réactions caractéristiques des peroxydes, après une action plus ou moins prolongée de l'air avec ou sans le concours de la lumière :

» Hydrogène naissant, phosphore, sodium, potassium, zinc, fer, plomb; alcools méthylique, éthylique, isopropylique, glycérine; aldéhydes formique, acétique, benzoïque, glucose; acides acétique, oxalique, tartrique; oxyde d'éthyle, oxyde d'acétyle; phénol, résorcine, pyrocatéchine, tannin, pyrogallol; diméthylaniline, diéthylaniline, phénylhydrazine; formiamide, acétamide; essence de térébenthine, essence de canelle; benzine, pétrole; sulfate de quinine, acétate de morphine, brucine, strychnine.

» On voit que presque toutes les classes de corps chimiques sont susceptibles de former des peroxydes en s'oxydant. Quel est le mécanisme de la formation de ces peroxydes?

» L'oxygène moléculaire étant un corps très passif, il ne peut entrer en combinaison que si l'énergie nécessaire pour disjoindre ses atomes lui est fournie du dehors. Dans le cas de corps difficilement oxydables, c'est-à-dire qui se trouvent dans un équilibre stable et ne possèdent pas beaucoup d'énergie disponible, le concours d'une énergie étrangère, chaleur, électricité, lumière, est indispensable pour que l'oxydation se produise. Mais, dans le cas de corps aisément oxydables, qui se trouvent dans un équilibre instable et dont les atomes sont animés d'un mouvement vibratoire intense, l'énergie propre du corps en contact avec l'oxygène peut suffire pour rompre les liaisons qui unissent les deux atomes dans la molécule de celui-ci.

» Étant donné que, pour rompre une de ces liaisons et transformer $O=O$ en $—O—O—$, il faut moins d'énergie que pour transformer $O=O$ en $—O—$ et $—O—$, c'est le premier cas qui se présentera le plus fréquemment, c'est-à-dire la matière oxydable commencera par fixer le groupe $—O—O—$ *en formant un peroxyde*. Le sodium donnera, dans ces conditions, $Na—O—O—Na$, l'hydrogène $H—O—O—H$. Ce n'est qu'en deuxième lieu que, sous l'action d'une nouvelle portion de la matière oxydable, se produit la rupture de la seconde liaison qui unit encore les atomes d'oxygène, et que les peroxydes se transforment en oxydes.

» A côté des peroxydes $R'-O-O-R'$, il peut se former des composés plus oxygénés par l'union de deux groupes incomplets $R'-O-O-$ et $-O-O-R'$. Le tétroxyde de potassium est le représentant bien connu de ces peroxydes.

» L'oxydation vive peut également donner lieu à la formation de peroxydes. Si l'on dirige une flamme d'hydrogène ou d'oxyde de carbone dans

une capsule refroidie et contenant de l'eau, celle-ci se charge d'un produit qui donne les réactions des peroxydes. Le peroxyde qui se forme dans l'oxydation de l'oxyde de carbone n'est autre que l'acide percarbonique. Si à l'eau saturée de ce peroxyde on ajoute une goutte de potasse étendue et une goutte d'une solution de chlorure de cobalt, il se produit une solution verte qui laisse déposer un précipité vert. Celui-ci renferme de l'oxygène actif et de l'acide carbonique. Le percarbonate de potasse, récemment découvert par MM. Constans et Hausen donne, avec le chlorure de cobalt, exactement le même produit. L'acide percarbonique libre paraît être assez stable en solution éthérée.

» Contenant de l'oxygène actif, les peroxydes formés dans l'oxydation des matières aisément oxydables peuvent provoquer des oxydations énergiques. Si l'on fait passer un courant d'air dans une solution d'indigo additionnée d'essence de térébenthine ou d'aldéhyde benzoïque, l'indigo est rapidement oxydé en isatine. L'hydrogène naissant dégagé par le palladium hydrogéné produit le même effet. C'est ce dernier fait que Hoppe-Seyler considère comme une preuve décisive à l'appui de sa théorie. Pour déterminer si l'oxydation de l'indigo est provoquée par des atomes d'oxygène libre ou par les peroxydes résultant de l'oxydation de l'hydrogène naissant, j'ai répété l'expérience de Hoppe-Seyler en la séparant en deux phases : 1° oxydation de l'hydrogène naissant, 2° oxydation de l'indigo par les produits obtenus, mais *en l'absence d'hydrogène naissant*.

» J'ai fait passer de l'air pur dans une éprouvette bien refroidie et contenant 15^{cc} d'eau acidulée et une lame (12×4) de palladium hydrogéné. L'air arrivait par un tube étiré en pointe capillaire. Au bout d'une heure, j'ai retiré la lame de palladium, ajouté au liquide 1^{cc} d'une solution à 0,1 pour 100 d'indigo et noté le temps écoulé jusqu'à oxydation complète de l'indigo. Dans une série d'expériences, le temps variait de trente minutes à une heure vingt minutes. Pour obtenir le même résultat avec de l'eau oxygénée, il fallait employer des solutions contenant $0^{gr},675$ à $0^{gr},3275\,H^2O^2$ par litre. Cependant, en dosant par le permanganate l'oxygène actif dans le produit d'oxydation de l'hydrogène, je n'ai trouvé que $0^{gr},012$ à $0^{gr},018\,H^2O^2$ par litre.

» Ces expériences montrent que la théorie de Hoppe-Seyler est dénuée de fondement. Elles montrent, en même temps, que le produit d'oxydation de l'hydrogène renfermait un oxydant plus énergique que H^2O^2, mais accusant par le permanganate la même quantité d'oxygène actif. Cet oxydant était probablement le tétroxyde H^2O^4 qui, en se décomposant en $H^2O + O^2 + O$, agirait sur le permanganate comme H^2O^2. L'existence de

polyoxydes d'hydrogène a été démontrée par M. Berthelot, qui avait également obtenu divers peroxydes dans les conditions mentionnées plus haut, et, plus récemment, par M. Brühl.

» Tout ce qui vient d'être dit du mode de formation et de l'action oxydante des peroxydes s'applique également aux processus d'oxydation qui se passent dans l'organisme animal. En s'oxydant en présence d'un excès d'oxygène, les substances aisément oxydables, qui prennent naissance dans le sang, forment des peroxydes qui oxydent les substances difficilement oxydables de la même manière que le peroxyde formé par la térébenthine oxyde l'indigo. Les ferments oxydants qui existent dans le sang ne sont probablement autre chose que ces substances aisément oxydables et éminemment aptes à former des peroxydes. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Étude de l'action du permanganate de potassium sur le bromure cuivrique*. Note de MM. **H. Baubigny** et **P. Rivals**, présentée par M. Troost.

« Nous avons montré, dans une Note précédente [1], que tout le brome d'un bromure alcalin est mis en liberté si, après avoir ajouté du sulfate de cuivre et du permanganate de potassium à la solution, on l'évapore à siccité à la température ordinaire; alors que, dans les mêmes conditions, les chlorures sont indécomposables.

» Nous avons attribué cette différence à ce que l'action oxydante du permanganate ne se produit que sur le bromure de cuivre.

» L'étude du résidu qui reste après l'évaporation permet de se rendre compte du phénomène. Si on le reprend par l'eau, on trouve une partie insoluble constituée par du bioxyde de manganèse, de l'oxyde de cuivre et de petites quantités d'acide sulfurique et d'eau [2], comme le prouve l'analyse du produit préalablement séché à 120°-125°; ces éléments s'y trouvent dans le rapport brut

$$5SO^3 + 21CuO + 8MnO^2 + 18H^2O,$$

sans alcali fixe : soude ou potasse.

---

[1] *Comptes rendus*, t. CXXIV, p. 859.

[2] L'eau a été déterminée par dosage direct, en la recueillant dans un appareil dessiccateur, et non par perte de poids du produit; car, à la température d'ébullition du mercure à laquelle fut chauffé le corps, MnO^2 peut déjà perdre un peu d'oxygène.

» En ce qui concerne les espèces des composés en présence, nous avons pu tout d'abord reconnaître que tout l'acide sulfurique était combiné au cuivre seul sous forme de sulfate basique, le manganèse n'existant qu'à l'état de bioxyde.

» Considérant le cas le plus vraisemblable, celui de l'existence du sel tétrabasique $[SO^3CuO.3Cu(OH)^2]$ qui se forme le plus généralement, nous avons donc admis que le résidu insoluble contenait

$$5[SO^3CuO.3Cu(OH)^2].$$

Mais le surplus, $8MnO^2 + CuO + 3H^2O$, c'est précisément le sel de cuivre $(Mn^4O^{10}H^3)^2Cu$ correspondant au sel de potassium qui se forme *toujours* [1] quand on oxyde les substances organiques par le permanganate *en liqueur neutre*.

» Le permanganate se comporte donc avec le bromure cuivrique, *en liqueur neutre*, comme avec les matières organiques. Il déplace le brome et oxyde le cuivre, en donnant, par perte d'oxygène, le même sel de potassium $Mn^4O^{10}H^3K$, qui réagit aussitôt sur l'excès de sel de cuivre pour former le dérivé $(Mn^4O^{10}H^3)^2Cu$.

» Quant au sulfate basique, sa production s'explique alors tout naturellement par l'action de l'hydrate $Cu(OH)^2$ sur le sulfate de cuivre en présence, ainsi que cela se passe normalement quand on ajoute de l'oxyde de cuivre à une solution de ce sel. L'équation finale de la réaction est donc

$$(A)\left\{\begin{array}{l}24KBr + 8MnO^4K + 21CuSO^4 + 18H^2O\\ \quad = 12Br^2 + (Mn^4O^{10}H^3)^2Cu + 5[SO^3CuO + 3Cu(OH)^2] + 16K^2SO^4.\end{array}\right.$$

» C'est ce qui fait que, si l'on opérait sur $CuBr^2$ pur, on ne pourrait chasser tout le brome, parce qu'il se forme de l'oxybromure insoluble $CuBr^2.3Cu(OH)^2$, plus difficilement attaquable par le permanganate que les sels solubles; l'oxydation n'a lieu alors que par la surface du précipité et, de plus, elle est limitée par le dépôt du sel $(Mn^4O^{10}H^3)^2Cu$, qui recouvre bientôt l'oxybromure.

---

(1) Morawski et Stingler ont démontré en 1878 (*Journal prakt. Chem.*, t. XVIII, p. 78) que, dans l'oxydation de l'alcool, de la glycérine, du sulfocyanate de potassium, etc., il se forme le composé $Mn^4O^{10}H^3K$ insoluble dans l'eau, donnant

$$Mn^4O^{10}H^3Ag \quad \text{et} \quad (Mn^4O^{10}H^3)^2Ba$$

par les nitrates d'argent de baryum. C'est un composé défini, qu'ils ont eu également dans d'autres conditions.

» D'ailleurs, l'oxybromure de cuivre n'existerait-il pas, que le seul fait de la formation du sel mangano-cuprique $(Mn^4O^{10}H^3)^2Cu$, en ramenant une partie du bromure de cuivre à l'état de sel correspondant de potassium, constitue un obstacle absolu à la mise en liberté totale du brome, quand on opère avec du bromure cuivrique pur, puisque le permanganate est sans action sur le bromure alcalin.

» Pour que l'élimination totale du brome soit possible, il faut donc avoir, par rapport à cet élément halogéné, un notable excès de cuivre sous forme soluble, par exemple, de sulfate. L'expérience prouve, en effet, que le procédé n'est plus alors en défaut :

	Valeur en sel d'Ag du $CuBr^2$ employé.	$SO^4Cu + 5H^2O$ ajouté.	MnO^4K employé.	Valeur en sel d'Ag du Br retenu.
(5)	320	0^{gr}	0,400	0,106
(6)	320	6^{gr}	0,400	0,0007

» Il va de soi que, si l'on avait, en présence du $CuBr^2$, un grand excès de chlorure de cuivre, le déplacement du brome serait encore total, et qu'alors il n'y aurait pas nécessité d'ajouter de sulfate du même métal.

» A propos de l'essai (5) nous remarquerons que le poids retrouvé de AgBr est inférieur de $0^{gr},031$ à celui qu'indique la théorie, soit $0^{gr},013$ de brome ; c'est parce que, si l'action du permanganate sur l'oxybromure est imparfaite, elle n'est pas entièrement nulle. L'égalité de réaction avec le $CuBr^2$ pur est, en effet,

$$21CuBr^2 \times 8MnO^4K + 18H^2 = 12Br^2 + (Mn^4O^{10}H^3)^2Cu + 8KBr + 5[CuBr^2 3Cu(OH)^2]^2.$$

» L'équation de réaction que nous avons donnée n'est donc pas une pure hypothèse, puisque les observations sont d'accord avec les déductions tirées des déterminations analytiques.

» Qu'il nous suffise d'ajouter, comme dernière preuve, que des essais faits en employant des quantités progressives de permanganate pour un même poids de bromure prouvent encore que c'est seulement en employant une quantité de sel manganique un peu supérieure à celle indiquée par l'égalité (A) que la totalité n'en est pas décomposée.

» Il va de soi que, pour la pratique, il est préférable de faire intervenir un poids de permanganate notablement supérieur à celui nécessaire, comme nous l'avons toujours fait. L'oxydation est plus nette et plus rapide. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la constitution des alliages métalliques.* Note de M. GEORGES CHARPY, présentée par M. Moissan.

« Les recherches les plus récentes sur les alliages métalliques conduisent à les regarder comme formés par le mélange mécanique de différents corps cristallisés, métaux purs ou composés définis de ces métaux. L'examen d'un grand nombre d'alliages par les procédés micrographiques nous a fourni, sur ce sujet, un certain nombre d'indications :

» 1° *Alliages eutectiques.* — Les alliages eutectiques, c'est-à-dire à point de fusion minimum, ont souvent été considérés comme des composés définis parce qu'ils paraissent très homogènes et se solidifient complètement à température constante; l'examen microscopique de ces alliages nous a montré très nettement qu'ils sont formés par un mélange des deux métaux constituants, juxtaposés sous forme de lamelles cristallines excessivement ténues et visibles seulement avec de forts grossissements; cette ténuité des cristaux explique l'apparence homogène de ces alliages qui présentent souvent une cassure conchoïdale. Les alliages eutectiques ont donc la même constitution que les cryohydrates, étudiés par M. Ponsot, dont ils sont d'ailleurs les homologues parfaits; ces corps ne doivent donc pas être rangés dans la catégorie des composés définis, mais dans celle des mélanges à condensation constante, comme les mélanges de liquides distillant à température fixe, étudiés par M. Berthelot.

» La constitution spéciale des mélanges eutectiques est celle qui caractérise le constituant de l'acier appelé par M. Osmond la *perlite;* ce serait une raison de plus pour infirmer l'opinion de M. Arnold d'après lequel la perlite correspondrait à un alliage défini de fer et de carbone répondant à la formule $Fe^{24}C$. La perlite serait un mélange à condensation constante dont elle présente d'ailleurs tous les caractères.

» 2° *Composés définis.* — L'existence de combinaisons définies des métaux a été fort controversée et bien peu de cas ont été élucidés complètement; cependant, l'existence des composés Cu^3Sn et Cu^2Sb semble démontrée bien nettement. L'examen microscopique permet de constater l'existence de ces composés; le composé $SnCu^3$ apparaît par simple polissage, dans les alliages contenant plus de 5 pour 100 de cuivre, sous forme de cristaux blancs, très durs, formant des étoiles à six branches analogues aux cristaux de neige, dont la proportion augmente avec la teneur en cuivre

et qui constituent toute la masse quand la composition correspond à la formule $SnCu^3$. Le composé $SbCu^2$ est également visible par simple polissage sous forme de cristallites dures, nettement colorées en violet.

» L'examen microscopique indique encore l'existence d'autres composés définis, non encore isolés; il est particulièrement utile, dans certains cas où la variation des propriétés physiques ne donne pas d'indications nettes, probablement par suite de phénomènes d'isomorphisme. Nous signalerons particulièrement l'existence probable des composés suivants qu'il y aura lieu d'isoler chimiquement : un composé d'étain et d'antimoine, contenant environ 50 pour 100 d'étain et isomorphe avec l'antimoine; ce corps forme de beaux cristaux à contours très nets dans les alliages riches en étain; un composé d'antimoine et d'argent contenant environ 20 pour 100 d'antimoine et isomorphe avec l'argent; un composé d'étain et d'argent contenant environ 30 pour 100 d'étain et isomorphe avec l'argent.

» 3° Dans l'examen miscroscopique d'un alliage, la forme des constituants ne donne, en général, qu'une indication approximative; mais on peut reconnaître les constituants à leur couleur, à leur dureté et surtout à la façon dont ils se comportent vis-à-vis des divers réactifs; on a donc le moyen de faire, en quelque sorte, l'analyse immédiate de l'alliage.

» Cette étude conduit à distinguer, pour les alliages binaires, deux types normaux de constitution. Le premier présente des cristaux d'un corps pur (métal simple ou composé défini de deux métaux), englobé dans un deuxième constituant qui est, en général, un mélange eutectique formé lui-même par la juxtaposition de deux éléments très divisés dont l'un est celui qui forme les cristaux; dans ce type, il faut comprendre les cas limites, correspondant à un mélange eutectique pur ou à un métal ou composé défini purs.

» Le deuxième type est celui des mélanges isomorphes, formés, quelle que soit leur composition, d'une seule espèce de cristaux occupant toute la masse; en général, la composition et les propriétés varient d'une façon continue à l'intérieur de chaque cristal. Ce deuxième type est assez fréquent, car, s'il n'y a qu'un petit nombre de métaux susceptibles de former des mélanges isomorphes, il semble qu'il y ait plusieurs exemples de composés définis de deux métaux isomorphes avec l'un d'eux. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Dosage de l'oxygène dissous dans l'eau de mer.* Note de MM. **Albert Lévy** et **Félix Marboutin**, présentée par M. Arm. Gautier.

« L'un de nous a donné depuis longtemps les détails d'une méthode précise et rapide de dosage de l'oxygène dissous dans les eaux. Appliquée depuis quinze ans à l'observatoire de Montsouris par le même chimiste, M. M. Franck, elle nous a permis de suivre chaque semaine les variations que présentent, au point de vue de l'oxygène dissous, les différentes eaux de sources, de rivières, de drainage, etc.

» Cette méthode consiste à peroxyder partiellement, à l'aide de l'oxygène dissous dans l'eau, un excès de protoxyde de fer et à compléter l'oxydation par du permanganate de potasse titré. Nous avons décrit, dans les différents Annuaires de Montsouris, le procédé opératoire et discuté chaque année les résultats obtenus.

» Cette méthode a présenté quelques difficultés quand on a voulu l'appliquer à l'analyse des eaux très chlorurées, des eaux de mer par exemple. Dans ce cas, au moment où l'on verse le permanganate, on constate un dégagement de chlore, qui conduit à une lecture trop élevée :

		Lecture.	
50^{cc}	Eau naturelle...........................	22^{cc},80	Pas de Cl
50	» + 50^{cc} solution chlorurée....	23,00	Dégag. de Cl
50	» +100^{cc} »	23,30	Dégag. de Cl

» On arrive cependant, même avec une eau très chlorurée, à obtenir de bons résultats par l'emploi du permanganate, à la condition de faire un repère spécial pour chacune des eaux et d'agiter avec précaution le liquide, et d'une manière toujours identique.

» Mais nous préférons pour les eaux très chlorurées remplacer le permanganate par du bichromate de potasse et déceler la fin de l'opération par le procédé de la touche, au moyen du ferricyanure de potassium.

» Nous avons fait les constatations suivantes :

» 1° Pour une eau de source ou de rivière, le permanganate et le bichromate donnent le même résultat, et ce résultat est exactement celui qu'on obtient en extrayant le gaz au moyen de la pompe à mercure.

Eau d'Avre puisée le 10 mars 1897 au réservoir de la rue Villejust.

» *Méthode au permanganate :* volume d'eau $95^{cc},200$.

Repère	$24^{cc},000$
Lecture	$17^{cc},300$

Dans 1^{lit} d'eau, $\frac{24,00 - 17,30}{95,2} \times 160^{mg},8$ .... $11^{mg},22$

» *Méthode au bichromate :* volume d'eau $96^{cc},600$.

Repère	$23^{cc},700$
Lecture	$17^{cc},000$

Dans 1^{lit} d'eau, $\frac{23,70 - 17,00}{96,6} \times 160^{mg},0$ .... $11^{mg},26$

» Oxygène extrait par la pompe à mercure :

Opéré sur	$364^{cc},800$
Oxygène mesuré à 0° et 760^{mm}	$2^{cc},873$

Dans 1^{lit} d'eau, $1^{mg},43 \times \frac{2,873 \times 1000}{364,800}$ .... $11^{mg},24$

» 2° L'oxygène dissous dans l'eau de mer est dosé très exactement, à l'aide du bichromate, malgré la quantité notable de chlorures et de sels magnésiens.

» Nous avons opéré sur un échantillon pris dans une bonbonne expédiée de Concarneau par les soins de M. Fabre Domergue.

» Trois déterminations au bichromate nous ont donné par litre d'eau :

Première analyse : $\frac{23,50 - 17,40}{102,6} \times 160^{mg},0$ .... $9^{mg},52$

Deuxième analyse : $\frac{23,50 - 17,65}{98,6} \times 160^{mg},0$ .... $9^{mg},53$

Troisième analyse : $\frac{23,50 - 17,70}{96,6} \times 160^{mg},0$ .... $9^{mg},52$

» Oxygène extrait par la pompe à mercure :

Opéré sur	$364^{cc},800$
Oxygène mesuré à 0° et 760^{mm}	$2^{cc},432$

Dans un litre d'eau en poids, $1^{mg},43 \times \frac{2,432 \times 1000}{364,8}$ ...... $9^{mg},51$

» Quand les eaux, comme celles de la mer, sont très magnésiennes, au moment où, en suivant notre procédé, on alcalinise la liqueur par de la

potasse, on voit la magnésie se précipiter sous forme de cylindres plus ou moins allongés affectant l'apparence de grains de riz. Ce précipité ne gêne nullement l'opération : on se contente de retourner plusieurs fois la pipette qui renferme le liquide, bout pour bout, afin de disséminer le précipité dans la masse liquide.

» La solution de bichromate conserve presque indéfiniment son titre. »

CHIMIE. — *Sur les combinaisons des sels métalliques avec les bases organiques.* Note de M. **D. Tombeck**, présentée par M. Troost.

« J'extrais d'un travail étendu, commencé en 1895, sur les composés formés par les bases organiques avec les sels métalliques, quelques résultats qui, je l'espère, pourront intéresser l'Académie.

» On sait que les sels métalliques, en se combinant au gaz ammoniac, en l'absence ou en la présence de l'eau, donnent des combinaisons qui ont été étudiées par plusieurs chimistes et particulièrement par Isambert. Je me suis proposé de faire l'étude des corps analogues dans lesquels les bases organiques dérivées de l'ammoniaque la remplaceraient (1). Je décrirai seulement, dans cette première Note, quelques-uns des composés que forment le zinc et le cadmium.

» L'ammoniaque précipite d'une dissolution de chlorure de zinc un corps auquel Marignac attribue la formule $(AzH^3)^2ZnCl^2$. L'aniline donne lieu à une réaction toute semblable, avec divers sels de différents métaux : une solution, saturée à froid, de cette base produit au bout de quelques instants, dans du chlorure de zinc à 25 pour 100, un dépôt blanc qui se redissout en partie quand on élève la température. La liqueur filtrée, abandonnée à un refroidissement lent, dépose de très petites aiguilles prismatiques dont la composition correspond à la formule $(C^6H^5, AzH^2)^2ZnCl^2$.

» Le chlorure de cadmium, qui donne avec l'ammoniaque le composé $(AzH^3)^2CdCl^2$ (Craft), fournit avec l'aniline la combinaison :

$$(C^6H^5, AzH^2)^2CdCl^2,$$

(1) Quelques sels de cette espèce ont été obtenus autrefois, avec le chlorure de zinc, par MM. Br. Lachowicz et Fr. Baudrowski (*Mon. f. Ch.*, t. IX, p. 510; 1889).

comme l'indiquent les nombres ci-dessous :

	Trouvé.	Calculé.
C	38,95	39,03
H	3,67	3,79
Az	7,33	7,58
Cd	30,27	30,35
Cl	19,22	19,25
	99,44	100,00

» On l'obtient en versant une solution saturée à froid d'aniline, dans du chlorure de cadmium à 25 pour 100; il se forme immédiatement un précipité qui se dissout complètement lorsqu'on élève la température, et, par refroidissement, les parois du vase se tapissent de cristaux soyeux qui ont l'apparence de l'amiante quand ils sont secs. Avec des dissolutions étendues, ces cristaux, qui se déposent encore rapidement, forment des agrégats rayonnant autour d'un point.

» Ces deux composés sont peu solubles dans l'eau, mais plus à chaud qu'à froid; ils ne sont pas déliquescents; l'oxygène de l'air les brunit en les altérant; ils sont décomposés par la chaleur et leur décomposition commence à la température de 100°; en chauffant davantage, elle devient peu à peu complète, et il reste comme résidu du chlorure de zinc ou du chlorure de cadmium. Je reviendrai sur ce qui se passe dans cette décomposition.

» Avec les bromures de zinc et de cadmium, j'ai réussi à obtenir, à peu près de la même façon, deux corps analogues dont la composition peut être représentée par les formules :

$$(C^6H^5, AzH^2)^2 ZnBr^2,$$
$$(C^6H^5, AzH^2)^2 CdBr^2.$$

Le premier est en très petits cristaux, altérables à l'air; le second forme des aiguilles de près d'un centimètre de longueur qui, parfaitement incolores dans la liqueur au milieu de laquelle elles ont pris naissance, se colorent à l'air et brunissent, en s'altérant, comme les composés chlorés correspondants. Eux aussi sont décomposables par la chaleur.

» Avec les iodures de zinc et de cadmium j'ai préparé, par un procédé semblable, les composés :

$$(C^6H^5, AzH^2) ZnI^2,$$
$$(C^6H^5, AzH^2) CdI^2.$$

Ce dernier est en aiguilles très allongées, très déliées, incolores, décomposables au-dessus de 150°. Le sel formé par l'iodure de zinc est en prismes larges, volumineux, presque opaques ; il est difficile de les soustraire d'une façon absolue au contact de l'oxygène de l'air et de les obtenir autrement que très légèrement teintés en brun. La solubilité de ces deux corps, faible à froid, augmente beaucoup avec la température ; ce qui permet de les faire cristalliser par refroidissement progressif.

» Des composés analogues prennent naissance dans des conditions peu différentes, par exemple lorsqu'on fait agir des dissolutions alcooliques d'aniline sur les chlorures de cuivre, de magnésium, etc....

» Les homologues supérieurs de l'aniline (toluidines, xylidines, etc...) sont capables aussi de se combiner avec divers sels haloïdes et, en particulier, avec ceux du zinc et du cadmium. Ainsi, pour ne citer qu'un exemple, une dissolution saturée à chaud d'orthotoluidine, dans laquelle on introduit des cristaux d'iodure de cadmium, les dissout et donne une liqueur qui reste fréquemment sursaturée une fois refroidie ; au bout d'un temps plus ou moins long elle dépose des aiguilles très fines et très légères, qui forment un lacis emprisonnant tout le liquide ; ce réseau est constitué par des groupes de cristaux rayonnant autour d'un point et dont la composition peut être exprimée par la formule

$$(C^7H^9Az)^2CdI^2.$$

» Les bases pyridiques, ainsi que les ammoniaques composées de la série grasse, donnent des combinaisons du même genre, dont je demanderai à l'Académie la permission de l'entretenir ultérieurement (¹). »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur une combinaison de chlorure d'argent et de monométhylamine.* Note de M. **R. Jarry**, présentée par M. Troost.

« Comme suite aux recherches que j'ai faites sur les chlorures d'argent ammoniacaux j'ai cherché à remplacer dans ces composés le gaz ammoniac par la monométhylamine. La Note récente de M. Bonnefoi (²) m'engage à présenter, dès maintenant, les résultats obtenus.

(¹) Travail fait au laboratoire de M. le professeur Ditte, à la Faculté des Sciences de Paris.

(²) *Comptes rendus*, t. CXXIV, p. 771.

» I. Le chlorhydrate de monométhylamine qui, dans ces expériences, a servi à la préparation de la monométhylamine a été obtenu par l'action de l'aldéhyde formique sur le chlorhydrate d'ammoniac. C'est le procédé indiqué par MM. Brochet et Cambier [1]. Le chlorhydrate ainsi préparé contient des traces de chlorhydrate d'ammoniac qu'une série de cristallisations dans l'alcool n'a pu éliminer complètement; pour l'en débarrasser, j'ai employé le procédé suivant : une portion du sel impur traitée par de la chaux fournit de la méthylamine qu'on liquéfie et qu'on laisse quelques heures en présence du corps à purifier; la méthylamine chassant le gaz ammoniac de ses combinaisons, le chlorhydrate d'ammoniac est changé en chlorhydrate de méthylamine; on laisse la température s'élever, toutes les substances volatiles s'éliminent d'elles-mêmes, et l'on obtient du chlorhydrate de méthylamine pur dont la fusion, très nette, a lieu entre 225° et 226°. Avant ce traitement, le sel, purifié simplement par cristallisation dans l'alcool, fondait entre 190° et 200°.

» II. Le chlorure d'argent se dissout abondamment dans la monométhylamine liquide. La solution est sirupeuse, et cela d'autant plus que le sel d'argent s'y trouve en plus grande proportion; à l'évaporation elle laisse déposer des cristaux biréfringents d'un composé dissociable de chlorure d'argent et de monométhylamine.

» Le même composé se forme lorsque l'on fait passer un courant de monométhylamine gazeuse sur du chlorure d'argent à la température ordinaire; on trouve, en effet, dans l'un et l'autre cas, la même tension de dissociation :

Température.	Tension de dissociation.	Température.	Tension de dissociation.
°	mm	°	mm
0	9	41	168
16,8	32	51	312
20,5	43	61	584
32	92	65	755

» Pour analyser ce composé, on en prend un certain poids et l'on détermine le poids de monométhylamine qu'il perd, lorsqu'on le décompose sous l'action de la chaleur; on trouve ainsi que sa composition peut être représentée par la formule $AgCl, AzH^2(CH^3)$.

» III. On peut aussi dissoudre du chlorure d'argent dans une solution aqueuse de monométhylamine. La solubilité est variable avec la tempéra-

[1] *Bulletin de la Société chimique de Paris*, 3e série, t. XIII, p. 533.

ture, et une solution méthyliacale, saturée de chlorure d'argent à la température de 20° par exemple, laisse déposer par refroidissement des cristaux qui sont biréfringents : ce ne sont donc pas des cristaux de chlorure d'argent; aussi je me propose de rechercher si la combinaison de chlorure d'argent et de monométhylamine se forme, se dissout et se dissocie dans l'eau méthyliacale de la même façon que les chlorures d'argent ammoniacaux se forment, se dissolvent et se dissocient dans l'eau ammoniacale (¹). »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur la recherche du jaune de naphtol* S *et des colorants analogues dans les vins blancs et dans les liqueurs.* Note de MM. **Alberto d'Aguiar** et **Wenceslau da Silva** (²), présentée par M. Armand Gautier.

« Le jaune de naphtol S, de même que le jaune diamant, le jaune brillant S, etc., sont à peine extraits en solution alcaline par les dissolvants (alcool amylique, éther acétique, éther sulfurique). Dans ces conditions, voici comme nous procédons :

» Une portion du vin est franchement acidulée par l'acide sulfurique et agitée avec l'alcool amylique qui extrait tout le colorant dérivé de la houille et une partie de la matière colorante naturelle du vin, etc.; après décantation et filtration, l'alcool amylique est agité avec un excès d'ammoniaque et maintenu au repos jusqu'à ce qu'il reste limpide. La matière colorante naturelle du vin, aussi bien que d'autres matières diverses, sont précipitées par l'ammoniaque; l'alcool amylique retient en solution une portion du colorant de la houille, suffisante pour sa caractérisation par les essais de teinture sur la soie et par les réactifs (³). La solution amylique est agitée avec de l'eau acidulée d'acide sulfurique; après repos, on évapore en présence d'un brin de soie avec quelques gouttes d'ammoniaque. La soie se colore alors nettement et le résidu, laissé par l'alcool amylique, est soumis ensuite à l'action des acides sulfurique et chlorhydrique et de l'ammoniaque, pour étudier les changements produits par ces réactifs.

» Nous avons fait ces essais sur des vins colorés avec le jaune de naphtol

(¹) Travail fait au Laboratoire de Chimie de l'École Normale supérieure.

(²) Voir aussi *Comptes rendus*, t. CXXIV, n° 8; 22 février 1897.

(³) De nos essais sur plusieurs colorants jaunes de la houille nous concluons que l'alcool amylique dissout beaucoup mieux ces colorants en milieu acide, et que l'alcalinisation ultérieure par l'ammoniaque ne les précipite jamais complètement, même quand ils sont insolubles dans celui-ci.

S, jaune brillant S, jaune diamant, curcuma et fernambouc, ainsi que sur le vin naturel. Les résultats ont été positifs avec les trois premiers, et négatifs avec les trois derniers, malgré la forte coloration de toutes les liqueurs amyl-alcooliques.

» Le procédé Bellier a aussi fourni des résultats très nets avec les trois premiers vins, et négatifs avec les derniers.

» Ces essais ont été répétés sur le vin *Ermida* additionné des autres colorants jaunes de la houille mentionnés dans notre première Note. Les résultats ont été aussi positifs ([1]).

» On voit donc qu'il est possible, en suivant la marche que l'on vient d'exposer, d'affirmer l'existence du jaune de naphtol S et de ses analogues dans les vins et les liqueurs. Mais, en finissant, l'on peut dire que leur emploi n'offre en réalité aucun avantage. »

ZOOLOGIE. — *Le cycle évolutif des Coccidies chez les Arthropodes.* Note de M. Louis Léger.

» Au cours de mes recherches sur les Sporozoaires des Arthropodes j'ai été à même d'observer un certain nombre de nouvelles Coccidies dont l'étude du cycle évolutif me paraît renfermer un enseignement des plus intéressants concernant la connaissance de l'évolution générale de ce groupe de parasites.

» 1. *Myriapodes.* — J'ai signalé récemment, chez les Chilopodes, la présence assez fréquente de Coccidies du genre *Coccidium*, c'est-à-dire présentant un kyste durable qui renferme à maturité quatre spores dizoïques et coexistant dans ces hôtes, avec des Coccidies à développement d'*Eimeria*.

» Voici les différents états sous lesquels on rencontre ces formes parasitaires : par exemple, dans l'*Himantarium Gabrielis*, où j'ai pu en observer de grandes quantités. En examinant *simplement*, dans le liquide digestif même, le contenu intestinal de ce Myriapode, après avoir raclé très légèrement la surface épithéliale de l'intestin, on trouve, outre une nouvelle Grégarine, qui sera prochainement décrite :

» 1° Des kystes d'*Eimeria*, en voie de développement et mûrs, renfer-

(1) Les résidus de l'évaporation des liqueurs acides amyl-alcooliques ne présentaient pas des colorations caractéristiques; ils allaient du jaune au rouge foncé, hormis celui provenant du vin caramelisé, qui était noir.

mant de nombreux sporozoïtes régulièrement disposés en méridiens et enveloppés d'une paroi extrêmement frêle souvent déjà disparue;

» 2° Des sporozoïtes libres, très actifs, que l'on voit se détacher des bouquets précédents et se mouvoir vivement dans le liquide;

» 3° Des formes intra-cellulaires dans lesquelles on trouve *absolument* toutes les formes de transition entre les sporozoïtes précédents et la forme encapsulée qui marque la fin de la phase d'accroissement;

» 4° Des formes encapsulées, sphériques, libres ou encore intra-cellulaires et montrant déjà la division de leur contenu en quatre masses granuleuses;

» 5° Enfin, ces mêmes kystes mûrs avec quatre spores ovalaires renfermant chacune deux sporozoïtes.

» En présence de ces différents éléments, on ne peut s'empêcher, même malgré soi, de rattacher le sporozoïte libre à la forme encapsulée, car les figures que l'on a sous les yeux nous font assister à toutes les phases de cette évolution.

» Sans m'arrêter de suite à cette conception pourtant si évidente au premier abord, j'ai examiné avec le plus grand soin et à de nombreuses reprises les excréments d'un *Himantarium*, reconnu plus tard comme infesté des parasites précédents; je n'ai jamais rencontré d'autres kystes que ceux des *Coccidium* qui puissent être considérés comme propageant les *Eimeria*. Quant aux sporozoïtes mêmes d'*Eimeria*, ils meurent rapidement dans l'eau. La forme kystique d'*Eimeria* qu'on trouve dans le tube digestif est donc non seulement incapable de supporter le milieu extérieur, mais elle n'y arrive même pas et, par conséquent, ne saurait propager le parasite d'un individu à un autre.

» Dans les *Himantarium* où les sporozoïtes libres pullulent, les formes encapsulées pullulent; si les premiers sont peu fréquents, les secondes le sont également; enfin, si les *Eimeria* manquent, les *Coccidium* manquent presque toujours. Toutefois, il convient de remarquer qu'on rencontre parfois des *Coccidium*, ordinairement alors peu nombreux, sans trouver d'*Eimeria*. Il y a pour cela, je crois, deux raisons : 1° si les *Coccidium* sont rares, les *Eimeria* le sont également et peuvent facilement passer inaperçus, à cause de leur petite taille et leur parfaite transparence; 2° à la fin du cycle évolutif, s'il n'y a pas eu de nouvelle infection, les *Coccidium*, formes durables, persistent longtemps et mûrissent dans la paroi intestinale, tandis que les *Eimeria*, formes passagères, ont déjà disparu. C'est ce qui se passe

chez les *Echinocardium*, où M. Alfred Giard a découvert depuis longtemps les kystes d'une Grégarine restée longtemps introuvable.

» Ces observations montrent manifestement une étroite relation entre les bouquets d'*Eimeria* et les kystes tétrasporés de l'*Himantarium;* toutefois, dans la crainte de me trouver encore ici en présence de coïncidences fortuites, je me suis adressé à d'autres espèces de Myriapodes.

» J'ai constaté également la coexistence des deux formes dans le *Stigmatogaster gracilis*, dans les *Lithobius castaneus* et *forcipatus*, mais c'est surtout chez le *Lithobius Martini* que les faits deviennent particulièrement instructifs. Chez certains individus, il y a un *Coccidium* à kystes tétrasporés, de 30^{μ} à 32^{μ} de diamètre, qui pullule dans la portion terminale de l'intestin, et en même temps des bouquets d'*Eimeria* à sporozoïtes assez petits, mesurant 30^{μ} environ ; tandis que, chez d'autres, on rencontre seulement, et surtout dans la portion antérieure de l'intestin, une grande Coccidie de forme allongée comme un *Monocystis*, donnant des kystes ovales, d'environ 70^{μ} et dont les états jeunes dérivent sans nul doute de grands sporozoïtes eimériens longs de 60^{μ} que l'on trouve libres et en bouquet dans la même portion de l'intestin.

» Devant des faits aussi convaincants je me suis alors adressé aux Myriapodes chez lesquels on n'a signalé jusqu'à présent qu'une seule forme coccidienne.

» J'ai constaté chez les *Cryptops* la présence d'une Coccidie polysporée coexistant avec l'*Eimeria bigemina*, et j'ai également rencontré, dans un *Geophilus* de Touraine resté malheureusement indéterminé, la présence d'un *Eimeria* avec des kystes de *Coccidium*. Enfin, je connais depuis longtemps, et ce fut là le point de départ de mes recherches à ce sujet, dans la *Scolopendra morsitans* une superbe *Eimeria* à gros sporozoïtes, lesquels se relient aussi directement sous les yeux aux kystes d'*Adelea dimidiata* que dans les cas précédents.

» 2. *Insectes.* — Chez les *Akis* j'ai retrouvé à Oran la Coccidie signalée par A. Schneider. Très rare, je l'ai rencontrée une seule fois, dans l'intestin et non dans le corps graisseux; avec les kystes de cette espèce, qui est une polysporée du genre *Adelea*, j'ai également rencontré dans le tube digestif de gros sporozoïtes eimériens libres ou groupés en faisceaux.

» Enfin j'ai récemment rencontré, une seule fois dans une larve de *Tipula* en Provence, une Coccidie tétrasporée (*Coccidium*) se développant dans l'intestin en compagnie de nombreux sporozoïtes eimériens libres ou fasciculés.

» Sans rappeler ici les Arthropodes chez lesquels la coexistence d'un Eimeria et d'une Coccidie à spores durables est depuis longtemps reconnue (Nèpe, *Gyrinus*, *Glomeris*, etc.), je puis maintenant affirmer que l'on ne connaît plus actuellement un seul Arthropode, renfermant une Coccidie à spores durables, qui n'héberge en même temps une Coccidie à cycle eimérien.

» De tout ce qui précède il me semble ressortir nettement que, chez les Arthropodes, le genre *Eimeria* ne représente pas un parasite distinct, mais une partie du cycle évolutif de la Coccidie à spores durables qui coexiste avec lui ([1]). Le cycle entier de la Coccidie peut alors se résumer ainsi, pour un *Coccidium* par exemple :

» *Sporozoïte eimérien, forme encapsulée, kyste tétrasporé* (*Coccidium*), *sporozoïte coccidien* (pénétration dans l'hôte), *bourgeonnement eimérien, sporozoïte eimérien*, et le cycle recommence.

» J'aurai l'occasion de montrer, dans un prochain travail, quelles relations vraiment remarquables offre le cycle d'une Coccidie ainsi considérée, avec celui d'une Grégarine, non par une identification complète avec une Monocystidée, comme le veut P. Mingazzini, ni par un dédoublement de cycle, comme le fait A. Schneider, mais en considérant le *sporozoïte eimérien* comme l'équivalent d'un *sporoblaste* de Grégarine et le *kyste durable tétrasporé* d'un *Coccidium* comme l'analogue de la *spore* des Grégarines. »

PHYSIOLOGIE. — *Les origines des nerfs vaso-dilatateurs; leurs centres trophiques.* Note de M. **J.-P. Morat**, présentée par M. A. Chauveau.

« Les nerfs *vaso-dilatateurs* sont des nerfs *inhibiteurs* des muscles vasculaires. A ce titre et en raison de l'obscurité qui règne sur les fonctions d'arrêt du système nerveux, les faits les concernant ont pour nous l'intérêt de faits généraux.

» La *localisation* des nerfs inhibiteurs vasculaires dans le *système du grand sympathique* a été démontrée, par Dastre et par moi, à l'aide d'exemples significatifs et n'est plus contestée par personne.

» Ce premier point établi, nous avons recherché quelles sont les

---

([1]) C'est l'opinion soutenue par plusieurs auteurs qui ont étudié les Coccidies chez les Vertébrés : R. Pfeiffer, Clarke, Podwissoszki, Schuberg, Simon, etc., et par Mingazzini pour la Coccidie de la Seiche, contrairement aux idées de A. Schneider et de A. Labbé.

voies d'origine de ces nerfs dans les racines médullaires. Nous avons montré, par un exemple très probant, l'existence d'éléments vaso-dilatateurs dans les *racines antérieures* des nerfs dorsaux pour les vaisseaux de la face.

» D'autre part, Stricker avait affirmé l'existence d'éléments vaso-dilatateurs dans les *racines postérieures* des nerfs lombaires pour le membre inférieur. J'ai confirmé la réalité de ce fait par l'emploi d'une méthode plus directe et plus probante.

» En somme, *les inhibiteurs vasculaires quittent la moelle et par les racines antérieures et par les racines postérieures*. Mais il faut remarquer que cette double provenance ne se fait pas (pour les vaisseaux d'une région donnée) au même niveau, dans des racines correspondantes. J'ai montré, en effet, que les racines antérieures des nerfs lombaires ne contiennent point de dilatateurs pour le membre inférieur, et les racines postérieures dorsales point de dilatateurs pour les vaisseaux de la face. Cette région en reçoit (en plus de ceux qui lui viennent de la moelle dorsale) du nerf trijumeau qui est l'équivalent d'une racine postérieure.

» Autant qu'on en peut juger par les exemples connus, la loi qui préside à la répartition des inhibiteurs vasculaires entre les racines est la suivante : ceux qui émanent des racines antérieures sont condensés vers ou dans la moelle dorsale, laquelle renferme les origines principales du grand sympathique ; ceux qui émanent des racines postérieures sortent de la moelle au niveau de ses renflements (lombaire, bulbaire) et suivent le trajet direct des nerfs sensitivo-moteurs de la région.

» Il est très à remarquer également que les nerfs dilatateurs de la pupille, qui sont des nerfs inhibiteurs de l'appareil constricteur de l'iris, ont la même double origine : dans la moelle dorsale, d'une part, par les racines antérieures et dans le trijumeau, de l'autre, au niveau du bulbe.

» Mais l'origine d'un élément nerveux s'entend de deux façons différentes. Pour le physiologiste, c'est le lieu où il reçoit normalement l'excitation qui lui est destinée, soit par les appareils des sens, soit par les éléments nerveux en rapport avec lui qui la lui communiquent. Pour l'embryologiste, c'est le germe cellulaire à partir duquel le nerf a bourgeonné ses prolongements dans deux sens différents, mais à des distances généralement très inégales. Ces deux points de vue doivent être soigneusement distingués, malgré la tendance qu'on a toujours à les confondre. Le sens de l'accroissement comme de la dégénération d'un nerf est sans rapport

nécessaire avec le sens de sa conduction physiologique. Cela résulte et de la connaissance du développement et des lois de Waller.

» C'est ainsi que la racine postérieure, nerf de sensibilité, a son centre d'origine, son *centre trophique*, comme l'on dit, dans le ganglion spinal tandis que ses terminaisons sont l'une dans la peau, l'autre dans la moelle épinière.

» Où sont les centres trophiques des nerfs inhibiteurs vasculaires? Où sont en particulier les centres trophiques de ceux qui suivent la voie des racines postérieures? Dans la moelle ou dans le ganglion spinal. Nous pouvons démontrer que le *centre d'accroissement de ces nerfs est dans la moelle épinière*, ce qui contribue à leur assurer une existence indépendante de celle des nerfs sensitifs qu'ils côtoient et auxquels ils n'empruntent aucune condition essentielle de leur fonctionnement.

» Si, sur le chien (après avoir ouvert le canal rachidien aseptiquement), on coupe d'un côté les deux dernières racines postérieures lombaires et la première racine postérieure sacrée entre la moelle et les ganglions spinaux, qu'on referme la plaie et qu'après un délai suffisant on aille de nouveau à la recherche de ces racines pour interroger leur excitabilité, on trouve que leur bout central excité ne provoque aucune manifestation douloureuse, résultat connu depuis longtemps. Mais de plus l'excitation du bout périphérique de ces racines ne provoque plus la vaso-dilatation cutanée dans le membre correspondant. On s'assure par comparaison que la même excitation la fait apparaître du côté sain. C'est donc que les inhibiteurs vasculaires sont dégénérés périphériquement à la suite de cette section (en sens inverse par conséquent des nerfs sensitifs) et nous devons en conclure que leurs centres trophiques sont, non dans le ganglion spinal, mais plus haut, dans la moelle épinière.

» Seulement cette dégénération a ceci de particulier, qu'elle est très *lente* à se produire, si lente que, dans une première série d'expériences sur ce sujet, j'avais été amené à conclure qu'elle ne se produit pas après la section des racines, au moins dans le sens que je viens d'indiquer ([1]). Elle est de plus très irrégulière dans le délai réclamé pour sa production. A en juger par la réaction des nerfs à l'excitation électrique, je l'ai vu manquer cinquante jours pleins après leur section, et ne se montrer que partielle ou incomplète après soixante-quatre jours. Elle s'est montrée bien complète

---

([1]) Voyez *Comptes rendus*, t. CXIV, p. 1499; 1892 : *Origines et centres trophiques des nerfs vaso-dilatateurs*, par J.-P. Morat.

après soixante-quatorze jours. Exceptionnellement, une fois elle était complète après vingt-cinq jours et incomplète ou commençante après vingt et un jours.

» Par des moyens purement anatomiques on a pu, dans ces dernières années, suivre des fibres nerveuses dont les cellules d'origine sont dans la substance grise de la moelle et qui, en quittant celle-ci, s'engagent dans les racines postérieures; on les a de ce fait considérées comme des éléments centrifuges. Les expériences précédentes donnent une consécration physiologique à cette manière de voir, en même temps qu'elles renforcent la valeur du critère adopté par les anatomistes. Il reste maintenant à rechercher, par des expériences du même ordre, si en plus des nerfs inhibiteurs vasculaires les racines postérieures contiennent encore d'autres éléments centrifuges de fonctions différentes. »

GÉOLOGIE. — *Sur les plis parallèles qui forment le massif du mont Blanc.* Note de M. **J. Vallot**, présentée par M. Marcel Bertrand.

« De nombreuses explorations dans les parties les plus difficiles du massif du mont Blanc m'avaient amené à constater l'existence d'un synclinal plissé formant la partie centrale de la chaîne. Ces vues, publiées avec la collaboration de M. Duparc [1], qui s'était occupé des études pétrographiques, ont été complétées et modifiées dans une certaine mesure par mes nouvelles recherches, qui m'ont fourni des détails assez nombreux pour qu'on puisse, dès à présent, tracer d'une manière suffisamment exacte la position des principaux plis dont la réunion forme le massif.

» Le mont Blanc est constitué par une série de plis parallèles très aigus, dirigés du nord-ouest au sud-ouest et plongeant tous au sud-est, sur le versant italien comme sur le versant français. Ces plis sont parallèles à ceux du mont Chétif.

» D'une manière générale, la structure en éventail *n'existe pas* au mont Blanc, où toutes les couches sont parallèles. Un accident purement local se rencontre sur la descente du col du Géant au mont Fréty, où les couches sont déversées à leur partie supérieure seulement, comme on peut s'en assurer en examinant les arêtes de Toule et de la Brenva et l'aiguille de

---

(1) Sur un synclinal schisteux ancien formant le cœur du massif du mont Blanc, par MM. J. Vallot et L. Duparc (*Comptes rendus*, séance du 9 mars 1896).

Peuteret, où l'on peut suivre le sens des couches sur une paroi de 2000^m de haut; partout ailleurs, le déversement n'existe pas, et le plongement est dans le même sens que sur le versant français.

» Les plis synclinaux, au nombre de neuf reconnus, forment des bandes d'une épaisseur variant entre 200^m et 800^m; ils sont séparés par des anticlinaux de dimensions analogues, dont le cœur, mis à nu par l'érosion, est formé de protogine granitoïde pure, à type très peu variable et ne présentant aucune trace de schistosité, ni même d'orientation dans ses éléments.

» Les plis synclinaux présentent parfois des bancs assez puissants de schistes purs, mais ils sont presque toujours injectés par la protogine, qui paraît avoir résorbé une partie des feuillets. Dans le pli passant par le Grand Charmoz, la résorption est à peu près complète, et il ne reste plus que quelques couches schisteuses au milieu de la protogine presque granitoïde.

» Les poussées latérales ayant été moins considérables à l'ouest du massif, les anticlinaux protoginiques descendent sous les schistes de ce côté, pour réapparaître plus loin, lorsque l'érosion découvre les parties inférieures, comme je l'ai vu au mont du Brouillard. Leur disparition est d'autant plus rapide, en venant du nord-est, que la couche est plus rapprochée de la vallée de Chamonix, ce qui donne à l'ensemble des noyaux apparents de protogine une forme en bec de flûte, allant du Plan de l'Aiguille au sommet du mont Blanc.

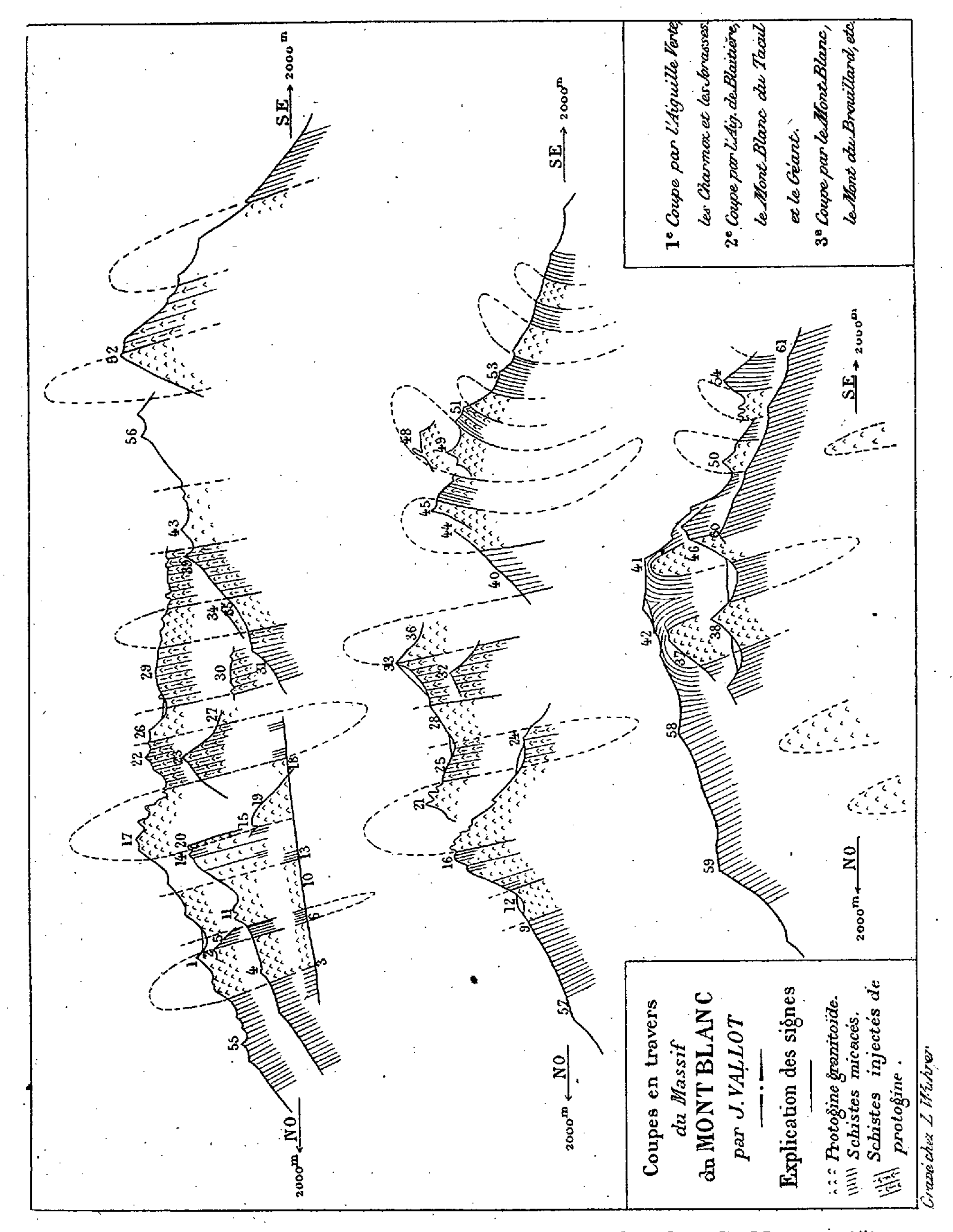
» De nouvelles explorations m'ont fait voir que les deux grandes murailles de protogine signalées dans le Mémoire cité précédemment sont traversées par des couches schisteuses, comme le centre du massif; mais la résorption des schistes par la protogine y a été plus complète que dans les couches centrales.

» Une grande partie du terrain étant couverte par les glaciers, les couches n'ont pas pu être suivies dans toute leur longueur. Voici les parties que j'ai pu étudier [1].

» *Premier anticlinal.* — Aiguille des Grands Montets (1), au-dessous du glacier des

[1] Les chiffres entre parenthèses correspondent aux points figurés sur les coupes. Les sommets suivants ne sont pas compris dans l'énumération : aiguille à Bochard (55), mont Mallet (56), Plan de l'Aiguille (57), dôme du Goûter, aiguille du Goûter (59), Petit mont Blanc (60), aiguille de Sarsadorège (61).

Grands Montets (2), en aval des Échelets (3), à l'Angle (4), à la crête des Charmoz (4) et au Plan de l'Aiguille, où il vient se perdre.



» *Premier synclinal.* — Au-dessous du glacier des Grands Montets (5), aux

Échelets (6), en amont de l'Angle (7), à la crête des Charmoz (8) et au-dessus du Plan de l'Aiguille (9).

» *Deuxième anticlinal.* — Aiguille du Dru, sommet et base au bord de la Mer de Glace (10), Petit Charmoz (11), base des aiguilles de Blaitière (12) et du Plan.

» *Deuxième synclinal* (à peu près résorbé). — Ruisseau de la Charpoua (13), lambeaux dans le Grand Charmoz (14), la fente de Trélaporte (15), le sommet de l'aiguille de Blaitière (16) et les contreforts de l'aiguille du Plan.

» *Troisième anticlinal.* — Parois sud de l'aiguille Verte (17), rognon de la Charpoua, bord de la Mer de Glace (18), tête de Trélaporte (19), parois sud-est des aiguilles de Grépon et de Blaitière (20), aiguilles du Plan et du Midi (21).

» *Troisième synclinal.* — Les Droites (22), aiguille du Moine (23), le Couvercle, pied de l'aiguille de Blaitière (24), col du Midi (25).

» *Quatrième anticlinal.* — Les Droites (26), le Couvercle (27), rocher au nord du mont Blanc du Tacul (28), aiguille de Saussure.

» *Quatrième synclinal.* — Les Courtes (29), le Jardin (30), les Égralets, base du Tacul (31), le gros Rognon (32), base au nord et sommet du mont Blanc du Tacul (33).

» *Cinquième anticlinal.* — Les Courtes, Pierre à Béranger (34), pentes du pic du Tacul (35), mont Blanc du Tacul (36), mont Maudit, Mur de la Côte, rochers Rouges (37), rocher du mont Blanc (38).

» Les aiguilles de Triolet et de Talèfre n'ayant pas encore été visitées, les couches suivantes ne sont connues qu'à partir du glacier de Leschaux.

» *Cinquième synclinal.* — Pic du Tacul (39), base de la Noire (40), arête du mont Maudit, Petits Mulets, mont Blanc de Courmayeur (41), rochers de la Tournette (42).

» *Sixième anticlinal.* — Les Périades (43), la Noire (44), la Tour Ronde (45), mont du Brouillard (46).

» *Sixième synclinal.* — Arête au-dessus de la Noire, arête de la Tour Ronde (47).

» *Septième anticlinal.* — Aiguille du Géant (48), les Flambeaux (49), l'Innominata (50).

» *Septième synclinal.* — Aiguilles marbrées, Cabane du Géant (51).

» *Huitième anticlinal.* — Grandes Jorasses (52), Cabane du Géant (51).

» *Huitième synclinal.* — Grandes Jorasses (52), montée du col du Géant (53), arêtes de Toule et de la Brenva, aiguille Noire de Peuteret (54).

» Mes excursions ne m'ont encore fourni que peu de points relatifs à ces dernières couches, qui devront être étudiées sur le versant italien ; je ne puis en indiquer que des amorces. Il en est de même pour les neuvième et dixième anticlinaux, ainsi que le neuvième synclinal, qui ont été constatés par M. Mrazec au-dessous du mont Fréty. »

GÉOLOGIE. — *Sur la Tectonique de la chaîne Nivollet-Revard.* Note de MM. J. Révil et J. Vivien, présentée par M. Marcel Bertrand.

« La chaîne Nivollet-Revard, située à l'est de Chambéry et d'Aix-les-Bains, nous a offert une structure intéressante et qui a été interprétée jusqu'ici d'une façon inexacte par les géologues qui se sont occupés de la région.

» Pour étudier cette chaîne d'une façon complète, nous avons été conduits à la relier d'un côté aux montagnes de la Cluse et de Banges, et, de l'autre, à suivre au sud les plis du Nivollet jusqu'au col du Mollard.

» De la cluse de Banges à la combe des Favrins, l'anticlinal, qui constitue l'accident fondamental de la chaîne, n'offre rien de bien remarquable : il est la continuation de celui du Semnoz. Les couches de l'Urgonien inclinent franchement à l'ouest en formant une voûte complète.

» Près des Favrins, où le Sierroz prend sa source, l'anticlinal est fortement érodé. La rivière a creusé son lit dans des assises dont les plus inférieures appartiennent au Jurassique supérieur (Tithonique). De plus, on peut voir, sur la rive droite, les couches valangiennes qui ont conservé encore une partie de leur charnière, y être surmontées par les marnes de l'Hauterivien et les calcaires compacts de l'Urgonien.

» Jusqu'ici les allures des diverses assises sont assez simples, mais nous allons les voir se compliquer à partir de Menthenx.

» En effet, les bancs urgoniens du flanc occidental, dont l'allure générale est à inclinaison ouest, arrivent ici directement en contact avec les couches du Jurassique qui plongent à l'est; quelques mètres plus au nord, on trouve, avec la même allure, l'Hauterivien caractérisé par de nombreux exemplaires du *Toxaster complanatus;* enfin, plus loin encore, c'est le Valangien qui arrive au contact du Tithonique. En ce lieu, le Jurassique est couché sur la série néocomienne fortement étirée, qui plonge en sens inverse et en est séparée par un pli-faille.

» En continuant la coupe et en remontant le col du Perthuiset, on rencontre une double alternance de Jurassique supérieur et de Berriasien, indiquant une série de plis secondaires. Au passage du Cros, ces plis secondaires ont été enlevés par l'érosion; mais on les retrouve mieux développés

au sud de Pragondran, où l'on distingue de bas en haut, et superposés l'un à l'autre :

» 1° L'anticlinal jurassique de Lémenc;

» 2° Le synclinal berriasien de Verel;

» 3° L'anticlinal jurassique du Razeray;

» 4° Le synclinal valangien du Villaret;

» 5° L'anticlinal berriasien de Monterminod (1).

» La coupe se termine par des assises, en succession normale, appartenant à la série néocomienne.

» Les axes de ces plis s'abaissent en s'approchant de la cluse Chambéry-Montmélian. L'anticlinal de Monterminod se continue par la gorge du Bout-du-Monde où les bancs berriasiens, d'abord horizontaux, se relèvent brusquement contre le mont Saint-Michel. Le synclinal du Villaret s'enfonce à proximité de ce village; sa lèvre ouest réapparaît à la colline de la Trousse et se continue par Saint-Baldoph, Apremont et les flancs du Granier. L'anticlinal jurassique du Razeray passe sous la vallée pour se relever à Buisson-Rond, aux rochers du Tir, et se terminer au-dessous du passage de la Coche, où la voûte se dessine très nettement. Le synclinal berriasien de Verel passe aussi au-dessous de la vallée, se resserre dans le vallon des Charmettes et s'éteint par la jonction des deux anticlinaux qui le délimitent. En effet, l'anticlinal de Lémenc, qui s'abaisse à Nezin, se relève au Boccage et vient finir au hameau de Pierre-Grosse après s'être réuni à l'anticlinal précédent.

» A l'ouest des précédents se développent les plis du plateau de Montagnole qui disparaissent, au nord, sous la vallée de Chambéry et se continuent, au sud, jusqu'au mont Pélaz où ils s'empilent en s'appuyant contre l'Aquitanien du col du Mollard.

» Les plis que nous venons de décrire sont limités à l'ouest par l'anticlinal urgonien du Corbelet-Hauterans qui se continue au nord par Voglans, la Roche-du-Roi et Grésy-sur-Aix. Quant à la Chambotte, c'est un anticlinal jurassien situé plus à l'ouest et qui se termine au village des Fins. Les plis du massif de la Chartreuse *relayent donc ceux du Jura, mais n'en sont pas la continuation directe.*

» Il résulte de cette étude que l'anticlinal simple du Semnoz est rompu

---

(1) Nous avons recueilli, à ce niveau, un exemplaire de l'*Hoplites callistoides* Behrendsin, espèce caractéristique de la base du Berriasien, aux environs de Grenoble. (Ce fossile a été déterminé par M. Kilian.)

en faille au col du Perthuiset et se modifie, à partir de ce point, par l'adjonction de nombreux plis secondaires. Ceux-ci se multiplient au Nivollet en se couchant à l'ouest et quelques-uns d'entre eux *s'empilent* plus au sud pour former le mont Pélaz. Ces modifications dans l'intensité des phénomènes de plissement sur l'axe d'une même ligne de dislocation paraissent devoir être attribuées ici au voisinage d'un axe cristallin. La chaîne que nous avons étudiée est limitée à l'ouest, comme nous l'avons dit, par des plis jurassiens (Chambotte, Mont-du-Chat). Resserré près d'Aix et de Chambéry, entre ceux-ci et le massif alpin, l'anticlinal s'est d'abord cassé pour se replier ensuite en se couchant à l'ouest et finir par un *empilement*, lorsque l'espace dont disposaient les couches n'a plus été suffisant pour leur permettre de se plisser d'une façon régulière. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Sur la détermination de la composition immédiate du gluten des farines de blé*. Note de M. E. **Fleurent**, présentée par M. Aimé Girard.

« Dans une précédente Communication (¹), j'ai montré l'influence qu'exercent, sur la qualité boulangère des farines, les proportions variables de gliadine et de glutenine renfermées dans le gluten, et j'ai exposé la méthode que je conseille pour effectuer le dosage de ces produits.

» Depuis la publication de cette Note, j'ai été amené à faire de cette méthode de nombreuses applications, et pour en rendre l'exécution plus rapide, j'ai cherché à lui faire subir quelques modifications de détail que je demande la permission de présenter aujourd'hui à l'Académie.

» Actuellement, la recherche de la qualité boulangère des farines de blé, basée sur la détermination de la composition immédiate de leur gluten, doit être conduite de la manière suivante :

» On dose d'abord le gluten, à la manière ordinaire, sur $33^{gr},33$ de farine et ensuite la gliadine sur le gluten extrait d'une même quantité de l'échantillon soumis à l'examen.

» Pour cela, le gluten, tel qu'il est obtenu par le malaxage de la pâte sous le filet d'eau, est placé dans un mortier en biscuit de porcelaine et recouvert d'une petite quantité de la solution préparée à l'aide d'alcool à 70°, et contenant une quantité exactement connue de potasse caustique (3^{gr} environ de KOH par litre). Cela fait, on

(¹) *Comptes rendus*, t. CXXIII, p. 327.

triture doucement la masse à l'aide du pilon de façon à en commencer la pénétration par la solution alcaline. Au bout de quelques instants, on décante le liquide en excès dans un flacon à large ouverture bouchant à l'émeri, en ayant soin de laisser dans le mortier le gluten qui commence à se désagréger; on le pilonne alors énergiquement et, après quelques minutes, on le voit qui change d'aspect et tend à se fluidifier.

» Lorsqu'on a ainsi obtenu un produit pâteux dont toutes les parties sont imprégnées du liquide nécessaire à la désagrégation, on verse la masse dans le flacon et on lave le mortier avec de l'alcool potassé en s'arrangeant de façon à employer en tout, pour la trituration et le lavage, exactement 80^{cc} de solution alcoolique caustique. Finalement, on termine le nettoyage du mortier et du pilon avec un peu d'alcool à 70° sans potasse.

» Lorsque les liqueurs alcooliques ainsi employées ont rejoint la matière azotée dans le flacon, on ajoute quelques perles de verre, on place le bouchon et l'on agite énergiquement à des reprises fréquentes. Après une demi-heure, une heure au maximum, suivant que la trituration a été plus ou moins bien effectuée, le gluten est complètement désagrégé : la glutenine reste émulsionnée en partie, la gliadine est totalement dissoute.

» On traite alors la solution obtenue, jusqu'à refus, par l'acide carbonique, puis on verse le liquide dans une fiole jaugée de 150^{cc}; on lave le flacon et l'on complète jusqu'au trait de jauge avec de l'alcool à 70° sans potasse.

» On agite pour rendre la liqueur homogène et, dans ces conditions, on voit la glutenine se séparer rapidement à l'état pulvérulent; on prélève alors 50^{cc} de la solution claire de gliadine obtenue par filtration et l'on y dose l'extrait à 105°-110, en tenant compte, par soustraction, de la quantité de carbonate de potasse déterminée à l'avance.

» Par un calcul simple, on rapporte la quantité de gliadine ainsi trouvée à 100 de gluten et l'on obtient la glutenine par différence. Il n'y a plus qu'à déterminer le rapport $\frac{\text{glutenine}}{\text{gliadine}}$, le numérateur étant pris égal à 25; j'ai montré, en effet, que cette valeur est celle qui, lorsqu'elle correspond à 75 de gliadine, assigne aux glutens et, par conséquent, aux farines la qualité boulangère supérieure. »

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Recherches sur l'action biologique des rayons X.* Note de MM. **J. Sabrazès** et **P. Rivière**, présentée par M. Bouchard.

« L'appareil dont nous avons fait usage dans nos expériences était constitué par un tube focus bianodique (de M. Seguy) excité par une puissante bobine de Ruhmkorff donnant, avec un courant d'une intensité de 6 ampères sous 16 volts, des étincelles de 35^{cm} de longueur. A l'aide de

cette ampoule, on obtenait des radioscopies à une distance de $3^{m},50$ et derrière une cloison en planches. Ce dispositif permettait évidemment une facile exploration des membres et du thorax.

» Les objets étudiés étaient disposés à 15^{cm} environ de la source fluorescente; on les entourait de papier noir pour les soustraire aux radiations lumineuses et on les mettait en communication métallique avec le sol.

» 1° *Expériences sur le* microbacillus prodigiosus. — Nous nous sommes proposé d'étudier l'action des rayons X sur un microbe particulièrement sensible aux changements survenus dans les conditions physico-chimiques de son développement et susceptible de traduire cette sensibilité par des modifications durables et d'une observation facile.

» Le *microbacillus prodigiosus* répond à ces desiderata, surtout si l'on s'adresse, ainsi que nous l'avons fait, à une race éminemment chromogène.

» Or si l'on cultive ce microbe à une température dysgénérique de 37°, si l'on modifie, en l'alcalinisant fortement, la réaction du milieu, si l'on diminue l'accès de l'oxygène de l'air, si l'on expose la culture aux radiations solaires, à l'action d'une substance nuisible, d'un antiseptique, par exemple, les propriétés pigmentaires s'atténuent et s'effacent progressivement, et, à la longue, bien que les colonies continuent à s'accroître, elles restent plus ou moins incolores. On sait également qu'il suffit d'acidifier par l'acide tartrique le bouillon de culture ou d'élever la température de l'étuve à 50° pour modifier profondément l'aspect des cellules microbiennes qui deviennent filamentaires et même spiralées.

» Il sera donc relativement facile d'apprécier les modifications imprimées à ce microbe par la mise en jeu d'une condition biologique nouvelle; il suffira d'examiner les oscillations du pouvoir chromogène et les variations morphologiques des cellules par rapport à des cultures témoins, dans une longue série de générations successives.

» C'est ainsi que nous avons procédé.

» Les cultures, d'un beau rouge carminé, étaient prélevées sur gélose et déposées, sous forme d'un petit amas acuminé, au centre d'un verre de montre stérilisé enveloppé de papier noir. Les rayons X s'exerçaient directement, à travers le papier, sur la semence, la cavité du verre de montre étant placée en regard de l'ampoule [1].

» Nous opérions exactement de la même façon à l'aide d'une culture témoin, sauf

---

[1] Les colonies de ce microbe, quelle que soit leur épaisseur, sont perméables aux rayons de Röntgen.

que le verre de montre recouvert de papier noir était maintenu à l'abri des rayons X.

» Quotidiennement, pendant vingt jours, nous avons fait agir les rayons X, une heure durant, sur ce microbe; il était, immédiatement après, reporté sur gélose et les cultures en retour servaient, l'une après l'autre, à continuer l'expérience.

» De même, on réensemençait tous les jours et dans des conditions identiques la culture témoin.

» Malgré la puissance de notre ampoule, le nombre des passages et la durée d'exposition aux rayons X, nous n'avons constaté aucune modification appréciable du *microbacillus prodigiosus* ni dans ses propriétés chromogènes, ni dans ses caractères morphologiques, ni dans sa végétabilité. *Ce microbe s'est montré indifférent aux radiations de Röntgen.*

» 2° *Expériences sur les leucocytes.* — Deux grenouilles, ayant autant que possible le même volume, sont fixées sur le liège à la manière ordinaire.

» Après cautérisation au thermocautère, pour éviter toute hémorragie, d'un point des téguments choisi au niveau de la partie moyenne de l'abdomen, on introduit dans la cavité péritonéale, par l'ouverture ainsi faite, un tube effilé, lavé préalablement avec une culture de microbes fournissant des produits à chimiotaxie positive.

» On expose l'une des grenouilles aux rayons X après avoir pris les précautions mentionnées plus haut. L'autre, qui sert de témoin, est soustraite à l'influence des radiations par une enceinte métallique.

» On laisse l'expérience en cours pendant plusieurs heures et l'on récolte, au bout de ce temps, le liquide qui a transsudé dans les tubes. On numère les leucocytes existant dans la lymphe ainsi récoltée et l'on étudie au microscope les éléments figurés qu'elle tient en suspension afin de se rendre compte des phénomènes phagocytaires.

» Or, de nombreuses expériences ainsi conduites la conclusion qui découle est que les rayons X ne gênent nullement l'afflux des globules blancs : leur nombre est sensiblement le même dans les deux cas et la phagocytose s'exerce également. Dans quelques expériences même, la quantité de lymphe émanée des grenouilles soumises aux rayons X était un peu plus grande, dans les petits tubes laissés à demeure, que celle obtenue avec les témoins.

» 3° *Action des rayons X sur le cœur.* — Quelques observateurs ont constaté sur l'homme des troubles cardiaques à la suite de l'application des rayons X. Il nous a paru intéressant de rechercher si le cœur des animaux à sang froid était exposé aux mêmes troubles sous la même influence.

» Les tracés du cœur d'une grenouille placée au-dessous d'une source intense de rayons X nous ont montré que le rythme de cet organe n'était

pas modifié dans ses périodes, même après une exposition de plus d'une heure. »

M. Léon Fabre adresse un Mémoire ayant pour titre : « Les postulats de la Géométrie démontrés ».

MM. L. Roos et F. Chabert adressent une Note intitulée : « Influence de la température des fermentations sur la teneur en azote des vins ».

A 4 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures et demie. M. B.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 10 MAI 1897,

PRÉSIDENCE DE M. A. CHATIN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** prononce les paroles suivantes :

« Mes chers Confrères,

» J'ai la douleur de vous faire connaître une seconde et grande perte pour la présente année : plaise à Dieu que ce soit la dernière.

» Une lettre de Mme la vicomtesse d'Hérouville nous a appris que son père, notre éminent Confrère M. Des Cloizeaux, vient de s'éteindre à la suite de la cruelle maladie qui le tenait depuis trop longtemps éloigné de nos séances.

» A l'intrépide et savant explorateur de l'Abyssinie succède, sur la liste funèbre, un éminent minéralogiste, lui aussi non étranger aux voyages.

» Né en 1817, le 17 octobre, M. Des Cloizeaux, élu en 1869 Membre de notre Compagnie, où il occupa le fauteuil laissé vacant par le très regretté comte d'Archiac, était l'un de nos plus anciens Confrères.

» Les travaux qui lui ouvrirent nos portes sont principalement, avec

ses savants voyages en Islande, dans les pays scandinaves et en Russie, ceux qu'il consacra à la Cristallographie et aux propriétés optiques des minéraux.

» L'Académie, attristée de sa perte, gardera de M. Des Cloizeaux un pieux souvenir.

« Un autre deuil, grand deuil s'étendant sur toute la France, vient de nous atteindre.

» Mgr le duc d'Aumale, frappé au cœur à la nouvelle de la terrible catastrophe de la rue Jean-Goujon, où sa nièce bien-aimée, Mme la duchesse d'Alençon, avait reçu la mort en héroïne, a succombé dans sa belle terre de Zucco, en Sicile.

» Le duc d'Aumale, qui appartenait à trois de nos Académies, a compris tout l'Institut dans la donation, par laquelle il lui concède, avec ses domaines et d'importants revenus, Chantilly, l'ancienne et somptueuse résidence de ces princes de Condé, dont il fut le digne héritier et savant historien ; Chantilly restauré, encore agrandi, enrichi des livres les plus rares, des œuvres d'art les plus merveilleuses, constituant un musée sans égal au monde.

» C'est ainsi que l'intrépide soldat du col de Mouzaïa, le vainqueur d'Abd-el-Kader dans le légendaire combat de la Smala, le correct Gouverneur général résignant ses hautes fonctions quand la France l'a ordonné, le Général patriote qui eut la douleur de présider le procès du traître Bazaine, l'organisateur de notre armée, fut encore l'honneur et le bienfaiteur des Lettres, des Sciences et des Arts.

» L'Académie des Sciences gardera du duc d'Aumale un pieux souvenir et lui voue une reconnaissance éternelle. »

La séance est levée en signe de deuil.

PHYSIQUE. — *Explication de quelques expériences de M.* G. Le Bon. Note de M. **Henri Becquerel**.

« Les *Comptes rendus* d'une de nos dernières séances [1] contiennent une Note de M. Perrigot dans laquelle, pour rendre compte de certaines

(1) T. CXXIV, p. 857, 20 avril 1897.

expériences de M. G. Le Bon, l'auteur, après des remarques très judicieuses, invoque la transparence de l'ébonite pour la lumière blanche. Le fait de la transparence des lames d'ébonite employées dans ces expériences, pour des radiations actives, est indéniable, mais je me propose de montrer que les phénomènes observés ne sont pas dus à ce que nous appelons la *lumière blanche*, c'est-à-dire aux radiations utilisées le plus généralement pour la Photographie, mais aux radiations rouges de l'extrémité la moins réfrangible du spectre et à des radiations infra-rouges pour lesquelles l'ébonite est très transparente.

» Une expérience que M. G. Le Bon (1) a décrite, en réponse à la Note de M. Perrigot, ne m'a laissé aucun doute à cet égard, et, dès lundi dernier, j'ai indiqué l'explication qui va suivre à nos Confrères MM. d'Arsonval, Lippmann et Poincaré. J'en ai vérifié l'exactitude le lendemain par diverses expériences.

» Voici d'abord en quoi consiste essentiellement l'expérience de M. Le Bon à laquelle je viens de faire allusion : on prend une surface recouverte de sulfure de zinc phosphorescent, on l'expose à la lumière, puis on la couvre d'une lame d'ébonite sur laquelle on dispose, comme écrans, des objets divers, par exemple une pièce de monnaie, et l'on expose le tout au soleil pendant quelques secondes. En examinant ensuite, dans l'obscurité, la surface primitivement phosphorescente du sulfure de zinc, on trouve qu'elle est presque éteinte, sauf sous la pièce métallique où la phosphorescence est encore très visible. M. Le Bon a cru pouvoir conclure de cette expérience que le métal envoyait des rayons qui excitaient la phosphorescence.

» L'explication est toute différente. Ces rayons rouges et infra-rouges, envoyés par le Soleil, traversent l'ébonite, et, comme on le sait depuis longtemps, éteignent la phosphorescence sur toute la surface lumineuse, sauf aux points qui sont protégés par l'écran métallique; en ces points, la phosphorescence obtenue par l'illumination préalable ne tombe que lentement, comme elle le fait à l'obscurité, de sorte que l'observation finale montre la silhouette de l'écran se détachant lumineuse sur un fond très notablement obscurci.

» J'ai répété l'expérience non seulement avec une lame d'ébonite, mais encore en substituant à cette lame un verre rouge; les résultats sont exactement les mêmes, et plus intenses avec le verre rouge qu'avec l'ébonite.

---

(1) T. CXXIV, p. 892, 26 avril 1897.

» Je me suis proposé ensuite de déterminer quelles étaient les radiations transmises au travers de l'ébonite. Je rappellerai qu'il résulte des expériences fort anciennes de mon père, et de celles que j'ai eu l'occasion de publier, que les rayons rouges et infra-rouges déterminent une extinction rapide de la phosphorescence des corps préalablement illuminés, extinction généralement précédée d'une excitation temporaire qui n'est pas visible avec le sulfure de zinc phosphorescent ou blende hexagonale. Si l'on projette un spectre sur la surface d'un sulfure phosphorescent, la région infra-rouge y apparaît en noir sur le fond lumineux, par suite de l'extinction provoquée par les radiations correspondantes, et j'ai montré que cette extinction présentait des maxima et des minima, variables, non seulement avec la nature de la source, mais encore avec la nature de la substance phosphorescente dont ils figurent le spectre d'absorption dans cette région.

» Pour la blende hexagonale, le spectre d'extinction s'étend depuis le rouge de la région visible jusque vers la longueur d'onde $1^{\mu},9$, présentant un minimum vers $1^{\mu},1$ et $1^{\mu},2$, et un fort maximum entre $1^{\mu},3$ et $1^{\mu},4$.

» Si l'on projette sur un écran de blende hexagonale, préalablement illuminée, un spectre obtenu avec les radiations solaires ayant traversé une lame d'ébonite de $0^{mm},6$ d'épaisseur, on constate l'apparition immédiate de la bande d'extinction infra-rouge de $1^{\mu},3$ à $1^{\mu},8$; puis, au bout de quelques instants, on voit apparaître, un peu moins intense, l'extinction entre les longueurs d'onde $1^{\mu},2$ et le rouge extrême visible, près de A.

» En concentrant la lumière solaire avec une lentille, l'œil perçoit des rayons rouges voisins de l'extrémité visible du spectre solaire.

» L'ébonite est donc transparente pour les radiations qui éteignent la phosphorescence du sulfure de zinc, et l'explication de l'expérience de M. Le Bon est bien celle que j'ai donnée plus haut.

» Si, dans cette expérience, on forme l'écran avec une substance arrêtant les rayons infra-rouges, comme les rayons rouges transmis sont très affaiblis, la silhouette de l'écran apparaît en clair sur un fond éteint; si l'écran est formé d'une substance diathermane telle que le sel gemme, la totalité de la surface phosphorescente est éteinte, et la présence de l'écran ne se révèle que par les points où il a pu y avoir des réflexions totales. Ainsi que je l'ai dit plus haut, un verre rouge, ou toute substance laissant passer les rayons infra-rouges et arrêtant les rayons lumineux, bleus, violets et ultra-violets, qui excitent la phosphorescence de la blende, donnera les mêmes résultats si on la substitue à l'ébonite.

» Cette transparence, bien démontrée, permet de rendre compte dans tous leurs détails des expériences photographiques de M. Le Bon au travers de l'ébonite.

» On sait que mon père a montré, dès 1840, qu'une plaque photographique, insensible aux rayons jaunes et rouges, devenait sensible à ces rayons et même aux rayons infra-rouges lorsqu'elle était exposée pendant un temps très court à la lumière, c'est-à-dire légèrement voilée. Les rayons rouges et infra-rouges *continuent* l'action commencée par la lumière blanche, bleue ou ultra-violette.

» Ce phénomène de continuation, découvert avec les plaques daguerriennes, se manifeste avec la plupart des couches photographiques sensibles et, en particulier, avec les plaques au gélatino-bromure d'argent.

» Dans les expériences de M. Le Bon, une plaque photographique préalablement voilée (c'est la condition essentielle de réussite des expériences) est exposée sous une lame d'ébonite à l'action des rayons solaires ou autres. Des écrans métalliques placés sur l'ébonite marquent leur silhouette lorsqu'on vient à développer la plaque. Dans ces conditions, la plaque photographique subit au travers de l'ébonite l'action continuatrice des rayons rouges et infra-rouges; les écrans métalliques protègent la plaque contre cette action; si la pose a été relativement courte, le fond apparaît, au développement, plus foncé que la silhouette des écrans; si la pose a été très prolongée, il arrive que, par suite d'un phénomène de renversement bien connu, le fond paraît moins altéré que ne l'a été, dans la région protégée par les écrans, la plaque elle-même au moment de la production du voile préalable.

» Les rayons actifs, dans ces expériences de continuation, sont les rayons rouges extrêmes, voisins de A, car les plaques même voilées ne sont sensibles dans l'infra-rouge qu'à une petite distance de la raie A. Comme ces radiations sont très affaiblies par l'ébonite, les poses doivent être relativement très longues, et les phénomènes ne sont aussi nets que grâce à la grande sensibilité des plaques au gélatino-bromure.

» Les mêmes phénomènes s'obtiendraient en substituant à l'ébonite un verre rouge.

» J'ajouterai qu'une lame d'ébonite de $0^{mm},6$ d'épaisseur, étudiée avec l'appareil de Melloni, laisse passer environ 0,04 de la chaleur obscure émise par une lame de cuivre à 400°, et arrête presque complètement le rayonnement d'une source à 100°.

» En résumé, les phénomènes que, d'après des expériences un peu com-

plexes, M. G. Le Bon s'était empressé d'attribuer à une prétendue *lumière noire*, de nature inconnue, sont simplement des effets produits par les rayons rouges ou infra-rouges, dont les propriétés principales sont bien connues depuis plus de cinquante ans. »

MÉCANIQUE CHIMIQUE. — *Sur les dissolutions d'acétylène et sur leurs propriétés explosives;* par MM. **Berthelot** et **Vieille**.

« Nous nous sommes proposé d'étudier les propriétés explosives des dissolutions d'acétylène, telles que celles de ce gaz dans l'acétone, récemment préconisées pour atténuer les dangers de l'emploi de ce gaz dans l'éclairage. Présentons d'abord quelques données relatives à ces dissolutions; puis nous examinerons l'aptitude à la détonation et à l'inflammation de l'acétylène dissous, ainsi que celle de l'atmosphère gazeuse qui surmonte cette dissolution : elles donnent lieu à des observations fort intéressantes pour la Mécanique chimique, comme pour les applications industrielles.

I. — Tensions de l'acétylène dissous.

» Le Tableau suivant renferme les pressions développées, par centimètre carré, dans un récipient de 824^{cc}, renfermant 301^{gr} (376^{cc}) et 315^{gr} (394^{cc}) d'acétone, qui a été saturé à une température de 15° et sous des pressions initiales de 7^{kg} (1re série); $12^{kg},5$ (2e série); $20^{kg},5$ (3e série), environ.

» Voici les résultats observés, en faisant croître progressivement les températures :

Première série.		Deuxième série.		Troisième série.		
Température, T.	Pressions absolues.	Température.	Pressions absolues.	Température.	Pressions absolues.	Observations.
o	kg	o	kg	o	kg	
7,8	5,60	6,4	10,34	2,8	16,17	Les tensions normales ne s'établissent à chaque température que par une agitation énergique du récipient.
14,0	6,74	14,0	12,25	13,0	19,98	Cet état limite ne paraît pas avoir été complètement atteint aux températures les plus élevées des deuxième et troisième séries (nombres entre parenthèses).
26,3	8,70	19,9	14,16	19,9	22,63	
35,7	10,55	36,0	19,46	25,0	24,76	
50,1	13,94	(50,5)	(22,64)	36,0	30,49	
59,6	16,30	(60,1)	(28,36)	(50,5)	(33,21)	
74,5	20,52	»	»	»	»	
Poids d'acétone.		Poids d'acétone.		Poids d'acétone.		
301^{gr}		315^{gr}		315^{gr}		
Poids d'acétylène.		Poids d'acétylène.		Poids d'acétylène.		
69^{gr}		118^{gr}		203^{gr}		

» Observons d'abord que le volume d'acétylène dissous, par litre d'acétone et par kilogramme de pression absolue (P) à 10°, a varié, dans ces trois séries d'expériences, de 23 à 24,6 volumes environ; ce qui fait à peu près $28^{gr} \times P$ par litre initial d'acétone, ou $35^{gr} \times P$ par kilogramme d'acétone; le coefficient le plus élevé correspondant aux pressions maxima.

» Ces nombres mettent en évidence un fait déjà indiqué par MM. Claude et Hess, à savoir que le volume dissous croît à peu près proportionnellement à la pression (*Comptes rendus*, t. CXXIV, p. 626), du moins entre les limites de 0 et de 35°; mais ils conduisent à des conséquences d'un ordre plus général et d'un intérêt théorique considérable.

» Les nombres de la première série, qui a été la plus étendue, sont très exactement représentés par une formule simplifiée à trois constantes, la même que celle que Regnault a appliquée à la représentation des tensions de vapeur saturée d'un nombre considérable de corps volatils,

$$\log F = a + b\alpha^t,$$

F étant évalué en millimètres de mercure; il suffit de prendre, dans le cas présent :

$$a = 5,11340,$$
$$b = 1,5318,$$
$$\log \alpha = \bar{1},99696.$$

» Or voici, en particulier, les valeurs données par Regnault pour l'acétone :

$$\left.\begin{aligned} a_1 &= \quad 5,15169 \\ b_1 &= -2,85634 \\ \log \alpha_1 &= \quad \bar{1},997 \end{aligned}\right\} \; t = T - 22.$$

» Nous citons ces derniers chiffres à titre d'exemple; car les tensions attribuables au dissolvant dans nos expériences, c'est-à-dire à l'acétone [1], ne forment qu'une petite fraction de la tension totale. Soit, par exemple, dans la première série, où la dose d'acétone est la plus considérable : vers 36°, les 4,2 centièmes; vers 50°, les 5,8 centièmes; vers 75°, les 12 centièmes.

» Dans la deuxième série, la dose relative du dissolvant étant environ

---

[1] Regnault, *Relation des expériences*, etc., t. II, p. 470.

double, la tension de l'acétone, comparée à la tension totale, en forme : vers 36°, les 2,4 centièmes ; vers 50°, les 3,6 centièmes.

» Dans la troisième série, la dose relative du dissolvant étant triplée, la tension de l'acétone, comparée à la tension totale, en forme : vers 36°, les 1,5 centièmes ; vers 50°, les 2,4 centièmes.

» On voit que les tensions observées sont attribuables, presque en totalité, à l'acétylène ; circonstance qu'il importe de mettre en évidence, pour établir la loi des tensions propres à un gaz dissous dans un liquide, sous différentes pressions. Or il est très remarquable de voir que ces tensions de dissolution obéissent à la même loi générale que les tensions des vapeurs saturées d'un liquide homogène. En effet, nous retrouvons, dans la circonstance présente, pour $\log\alpha$ la valeur $\bar{1},997$, signalée par Regnault comme une constante commune à tous les corps.

II. — Aptitude a la détonation de l'acétylène dissous.

» Une bouteille métallique de 700^{cc} de capacité, renfermant 320^{gr} d'acétone, a été chargée de 132^{gr} d'acétylène : soit 41,25 pour 100 du poids d'acétone ; le tout sous une pression initiale de 13^{kg} environ, et à la température de 15°.

» La bouteille était munie, à sa partie inférieure, d'une douille métallique à parois minces, pénétrant dans le liquide et pouvant recevoir une amorce au fulminate renforcée, de $1^{gr},5$. L'explosion de cette amorce n'a donné lieu qu'à un bruit sec, accompagné d'une fuite de gaz, sans explosion ni inflammation.

» Le tube amorce a été cependant pulvérisé par l'action du détonateur et la bouteille a été fêlée, par la violence du choc transmis par le liquide à la paroi. Rappelons qu'une expérience identique, effectuée sur l'acétylène liquéfié, avait entraîné la rupture en menus fragments de la bouteille de fer (1).

» Le choc explosif de l'amorce de fulminate, exercé sur l'acétylène dissous, dans ces conditions, n'en a donc pas déterminé l'explosion. Il s'est comporté, à cet égard, comme la nitroglycérine dissoute dans l'alcool méthylique, lors des essais faits autrefois pour atténuer les propriétés explosives de cette redoutable substance. Mais la stabilité d'un semblable liquide n'est assurée que jusqu'à une certaine proportion relative du com-

(1) Voir la figure dans les *Annales de Chimie et de Physique*, t. XI, p. 13.

posé explosif. En effet, nous montrerons plus loin qu'une dissolution renfermant un poids d'acétylène égal à 64 pour 100 du poids de l'acétone, sous une pression initiale de 20^{kg}, à 13°, fait explosion par simple inflammation.

III. — Aptitude a l'inflammation de l'atmosphère saturée, en contact avec les dissolutions d'acétylène, et de la dissolution coexistante.

» Une éprouvette en acier, munie de manomètres crushers enregistreurs, éprouvette de 50^{cc} de capacité [1], a été chargée avec des poids d'acétone, tels qu'ils remplissaient 56 pour 100 de cette capacité, dans une première série d'expériences, et 33 pour 100, dans une deuxième série. L'acétone a été saturé d'acétylène à la température ordinaire, sous des pressions de 10^{kg}, ou de 20^{kg}, par centimètre carré.

» L'inflammation interne a été provoquée par un *fil fin de platine* ou *de fer, porté à l'incandescence* et maintenu immergé : tantôt dans l'acétone, tantôt dans l'atmosphère gazeuse superposée. Dans ces conditions, l'inflammation explosive de l'acétylène gazeux a toujours été obtenue, et parfois celle de l'acétylène dissous, ainsi qu'il va être spécifié.

» Il y a lieu de distinguer divers cas, suivant la valeur de la pression initiale et le mode d'inflammation :

» 1° Lorsque *la pression initiale n'est pas supérieure à* 10^{kg} et que l'inflammation est provoquée par un fil métallique rougi *au sein de l'atmosphère gazeuse,* les pressions observées ne diffèrent pas de celles qui correspondent à la combustion de l'acétylène pur, sous la même pression. On peut en conclure que la portion d'acétylène dissous dans l'acétone a été entièrement soustraite à la décomposition : celle-ci ne s'est pas propagée au sein du liquide.

» 2° Dans les mêmes conditions de *pressions initiales de* 10^{kg}, si l'inflammation est produite *au sein de l'acétone,* — ce qui exige l'incandescence énergique d'un fil de platine, — une portion de l'acétylène dissous se dégage par l'échauffement de la dissolution et les pressions produites s'élèvent sensiblement au-dessus des pressions normales, qui correspondraient à la décomposition explosive de l'acétylène gazeux, envisagé sous sa tension initiale avant cet échauffement. Mais la décomposition paraît limitée au gaz dégagé du sein de la dissolution ; en effet, les pressions produites n'ont

(1) *Annales de Chim. et de Phys.*, 7e série, t. XI, p. 6.

pas dépassé le double de la pression qui serait produite au sein du gaz, pris sous sa tension initiale.

» D'après ces observations, l'acétylène dissous sous une pression initiale de 10^{kg} est presque entièrement soustrait à la combustion. Aussi, les pressions maxima observées ont-elles été à peu près dix fois plus faibles que celles qui correspondraient à la décomposition explosive de la totalité de l'acétylène contenu, tant à l'état gazeux qu'à l'état dissous, dans la capacité intérieure de l'éprouvette.

» 3° Il en est autrement si le rapport entre le poids de l'acétylène dissous et le poids de l'acétone est accru par une saturation accomplie sous des *pressions initiales notablement supérieures à* 10^{kg}. Dans ces conditions, la dissolution participe à la décomposition de l'atmosphère gazeuse et l'on retombe sur un fonctionnement explosif analogue à celui de l'acétylène pur, liquide. Voici les résultats observés, lorsque nous avons opéré sous une pression initiale de 20^{kg}, à la température ordinaire.

» L'éprouvette en acier, de 50^{cc} de capacité, avait été remplie au tiers d'acétone pur, puis le liquide saturé d'acétylène.

» Soit d'abord l'inflammation provoquée à l'aide d'un fil de platine incandescent, *au sein de l'atmosphère gazeuse*. Elle a donné lieu à des pressions dépassant parfois le double de la pression qui eût été développée par le gaz pur, se décomposant sous la même pression initiale : au lieu de 212^{kg} obtenus avec le gaz pur, nous avons obtenu 303^{kg} et 558^{kg}, dans deux expériences.

» 4° La pression initiale étant toujours de 20^{kg}, les choses se passent tout autrement lorsqu'on provoque l'inflammation : soit *au sein de l'acétone* (la bombe étant maintenue verticale), soit *à la surface du liquide* (la bombe étant tenue horizontale). Dans ces conditions, trois expériences nous ont fourni des pressions de plusieurs milliers d'atmosphères : c'est-à-dire que l'acétylène, même dans la portion dissoute, a fait explosion. Cette explosion est accompagnée de circonstances très remarquables. Examinons-en de plus près la marche et les résultats.

» Dans le dernier essai, l'enregistrement de la loi de combustion a été recueilli au moyen du cylindre tournant. La pression maximum a atteint 5100^{kg}, par centimètre carré. Or cet enregistrement montre que la pression développée résulte d'une réaction relativement lente, sensiblement uniforme, et qui s'est effectuée en près de $\frac{4}{10}$ de seconde, soit $0^{s},3871$. Ce temps est relativement énorme pour une réaction explosive : il rappelle la durée de combustion d'une poudre qui fuse. Pour citer un exemple

opposé, l'onde explosive, provoquée par la détonation du mélange tonnant d'acétylène et d'oxygène ($C^2H^2 + O^5$), parcourrait la longueur de la même éprouvette en $\frac{1}{22500}$ de seconde ; c'est-à-dire que sa vitesse est 9000 fois plus considérable. Dans la décomposition précédente de l'acétylène, le tracé s'étend sur plusieurs tours de cylindre et la pression s'élève avec une vitesse moyenne qui répondrait à un accroissement de 13 tonnes par seconde. A la vérité, la vitesse de développement de la pression a d'abord été plus rapide (répondant à 114 tonnes par seconde au début); mais l'accroissement est tombé à $22^{\text{tonnes}},5$, après $\frac{1}{50}$ de seconde; pour se maintenir entre des vitesses répondant de 10 à 12 tonnes par seconde, pendant le temps 20 fois plus considérable de la période principale de la combustion.

» Les phénomènes chimiques sont particulièrement importants. En effet, non seulement l'acétylène est décomposé; mais l'acétone qui le tenait dissous se détruit simultanément. On n'en retrouve plus trace dans l'éprouvette, après la décomposition explosive. Celle-ci donne naissance à une masse compacte de charbon, moulée dans la capacité intérieure de l'éprouvette.

» Les gaz formés sont constitués par de l'hydrogène et de l'oxyde de carbone, mélangés d'acide carbonique. L'acétone a été, on le répète, totalement décomposé; résultat extrêmement intéressant pour la Mécanique chimique, ainsi que nous le montrerons dans une Note spéciale.

» Le Tableau ci-dessous renferme les résultats observés.

Bombe cylindrique de 50^{cc} : 22^{mm} *de diamètre,* 120^{mm} *de longueur.*

Pression de saturation, 10^{kg}.

Rapport du volume de l'acétone à la capacité de l'éprouvette.	Pressions observées en kilogrammes par cent. carré.	Observations.
0,56.....	kg 88,1 89,5	Bombe droite. Inflammation dans le gaz.
	142,4 123,0	Bombe horizontale. Inflammation à la surface de l'acétone.
	155,4 141,0	Bombe droite. Inflammation inférieure dans l'acétone.
0,33.....	95,0	Bombe droite. Inflammation dans le gaz.
	117,4 106,9	Bombe horizontale. Inflammation à la surface de l'acétone.
	115	Bombe droite. Inflammation inférieure dans l'acétone.

Pression de saturation, 20^{kg}.

Rapport du volume de l'acétone à la capacité de l'éprouvette.	Pressions observées en kilogrammes par cent. carré.	Observations.
0,33.....	303^{kg}	Bombe droite. Inflammation dans le gaz.
	558	
	>2000	Bombe droite. Inflammation dans l'acétone.
	>2000	Bombe horizontale. Inflammation à la surface de l'acétone.
	5100	

» Il a paru utile de contrôler les résultats obtenus dans de petits récipients, par des essais portant sur des réservoirs de dimensions analogues à celles qui pourraient être utilisées dans la pratique.

» Une grande bouteille de fer, de 13^{lit},5 de capacité, telle que les récipients employés pour l'acide carbonique liquide, a reçu 7^{lit} d'acétone. Cet acétone a été saturé d'acétylène, sous des pressions qui ont atteint 6^{kg} environ dans un premier essai, et 8^{kg},2 dans une deuxième expérience (poids de l'acétylène dissous, 1170^{gr}) : on s'est placé ainsi dans les limites où l'atmosphère gazeuse seule est susceptible de faire explosion; à l'exclusion de l'acétylène dissous.

» Le feu était mis à la partie supérieure de la bouteille, maintenue verticale, par le moyen d'un fil métallique porté à l'incandescence. L'inflammation n'a donné lieu, dans les deux expériences, à aucune fuite par la fermeture. La bouteille est devenue brûlante à la main, sur la moitié supérieure de sa hauteur, c'est-à-dire dans la partie qui renfermait l'acétylène gazeux; tandis que la partie inférieure, dans laquelle se trouvait l'acétone saturé d'acétylène, est demeurée froide. La bouteille a pu servir ensuite à des essais d'éclairage exécutés avec l'acétylène non décomposé. En l'ouvrant postérieurement pour la vider, on y a trouvé un volumineux dépôt de charbon, en poudre impalpable, délayée dans l'acétone et occupant, après repos, un volume apparent de plusieurs litres.

» Cette expérience montre que des récipients commerciaux de semblable nature (timbrés à 250 atmosphères) peuvent supporter sans rupture, aux températures ambiantes de 10° à 15°, les pressions qui résulteraient d'une inflammation interne fortuite de l'atmosphère gazeuse surmontant des dissolutions d'acétone, saturées d'acétylène sous des pressions initiales de 6^{kg} à 8^{kg}. Ce résultat s'explique, la pression développée n'ayant pas dépassé 155^{kg} dans les expériences précédentes, exécutées

sous une pression initiale inférieure à 10^{kg}, et la bouteille de fer employée ayant été essayée sous une pression presque double. Mais cette sécurité relative cesserait si la pression initiale surpassait notablement 10^{kg}. En effet, avec une pression de 20^{kg}, l'inflammation provoquée au sein de l'atmosphère gazeuse a été susceptible de développer une pression de 568^{kg}, double de celle sous laquelle la bouteille actuelle a été essayée. Enfin, quand l'inflammation a été provoquée dans le liquide même, la pression s'est élevée à 5100^{kg}. Il est évident que, dans ces conditions, aucun récipient industriel n'est susceptible de résister.

» Ce n'est pas tout : au point de vue du risque d'explosion, même avec une pression initiale de 6^{kg} à 8^{kg}, il importe de tenir compte de l'influence qu'exerce la température sur les tensions d'acétylène correspondant à une dissolution donnée. En effet, nous avons montré plus haut qu'un récipient ayant été rempli d'acétone saturé d'acétylène, sous une pression initiale de $6^{kg},74$, à la température de 14°; si ce récipient vient à être porté ensuite à 35°,7, il subit une pression de $10^{kg},55$; et cette pression s'élève à 14^{kg} vers 50°; à $20^{kg},5$ vers 74°,5. Un récipient, inexplosible par inflammation à la température de 14°, peut donc le devenir, s'il vient à être porté à des températures supérieures à 35°, par un échauffement dû soit à la chaleur solaire, soit au voisinage de sources de chaleur industrielles. Cette possibilité doit être signalée d'autant plus que toute élévation de température accroît, et même fort vite, l'aptitude à la décomposition des matières explosives, en général : la limite de 10^{kg}, qui suffit à 15°, deviendrait certainement dangereuse à une température notablement plus élevée.

» Ces réserves étant formulées, il convient d'insister sur le fait établi par nos observations, à savoir que l'acétylène, dissous dans un liquide tel que l'acétone, devient moins dangereux, attendu que le carbure dissous cesse d'être explosif par inflammation interne, non seulement sous une pression de 2^{kg}, mais jusqu'à une pression initiale de 10^{kg} au moins, toujours vers la température de 15°.

» Bref, l'acétylène gazeux est susceptible de faire explosion par inflammation interne lorsqu'un récipient d'un litre contient $2^{gr},5$, ou plus, de ce composé; tandis que l'acétylène dissous dans l'acétone, étant soumis à la même cause d'inflammation interne, n'est exposé à faire explosion, vers 15°, que si la pression initiale surpasse 10 atmosphères. Or, un tel récipient pourrait contenir 100^{gr} à 120^{gr} d'acétylène, c'est-à-dire 50 fois plus, avant que le risque commençât, dans ces conditions.

» Observons toutefois que, même dans ces conditions favorables, la

portion gazeuse qui surmonte la dissolution conserve ses propriétés explosives et la faculté de développer par là des pressions voisines du décuple de la pression initiale. Pour y résister, il faudra employer des récipients suffisamment épais, de l'ordre de ceux où l'on a coutume de renfermer l'acide carbonique liquéfié.

» Enfin, si la pression initiale de dissolution atteint 20^{kg} (et sans doute déjà au-dessous de cette limite), on est exposé à réaliser, en cas d'inflammation interne, les conditions d'une explosion totale de l'acétylène, avec développement d'une pression de plusieurs milliers d'atmosphères et rupture des récipients métalliques. Ce risque existe également si le récipient, même rempli sous une pression initiale inférieure à 10^{kg}, à la température ordinaire, vient à subir l'influence d'une température notablement plus élevée. Il sera essentiel de tenir compte de ces diverses circonstances dans les applications industrielles des dissolutions d'acétylène, au sein de l'acétone, ou d'autres liquides. »

MÉCANIQUE CHIMIQUE. — *Remarques sur la décomposition explosive des dissolutions d'acétylène;* par MM. **Berthelot** et **Vieille**.

« Dans les expériences que nous venons de rapporter, tantôt l'acétylène dissous dans l'acétone n'éprouve aucune décomposition, tantôt il subit une décomposition explosive. Or, dans ce dernier cas, le dissolvant, c'est-à-dire l'acétone, se décompose en même temps en ses éléments, le carbone et l'hydrogène étant mis en liberté, du moins en majeure partie; tandis que l'oxygène se trouve régénéré sous forme d'acide carbonique et d'oxyde de carbone : ce dernier est corrélatif sans doute d'une certaine proportion d'eau, car l'acide carbonique est en partie réduit par l'hydrogène dans les réactions opérées à haute température.

$$2C^3H^6O = \begin{cases} 5C + 12H + CO^2, \\ 5C + 10H + CO + H^2O. \end{cases}$$

» Cette décomposition totale du dissolvant est très digne d'intérêt, en tant que provoquée par le choc explosif qui résulte de la destruction de l'acétylène, accomplie à volume constant. Elle rentre dans la catégorie des réactions par entraînement ([1]) et elle donne lieu au phénomène exceptionnel de la destruction totale et brusque d'un corps formé avec dégage-

([1]) *Essai de Mécanique chimique*, t. II, p. 30.

ment de chaleur, tel que l'acétone. Il paraît utile d'en approfondir le mécanisme.

» Ce qui fait la différence entre la stabilité de l'acétylène dissous et sa décomposition en éléments, d'après nos expériences, c'est la pression initiale du système : sous une pression de 10 atmosphères (ou kilogrammes) l'acétylène est stable, à l'égard des agents d'inflammation interne. Tandis que sous une pression de 20 atmosphères, il se détruit complètement et il provoque la décomposition simultanée du dissolvant.

» Cette différence s'explique par la Thermochimie, ainsi qu'il va être dit. Observons d'abord que, d'après les résultats consignés dans la Note précédente, sous une pression P (exprimée en kilogrammes), 1^{kg} d'acétone dissout sensiblement à 10° un poids d'acétylène égal à $35^{gr} \times P$: soit 350^{gr}, sous une pression de 10^{kg}, et 700^{gr}, sous une pression de 20^{kg}.

» Or, la décomposition de 26^{gr} d'acétylène gazeux en ses éléments, carbone amorphe et hydrogène, dégage $+ 51^{Cal},4$. L'acétylène dissous dégagera en moins sa chaleur de dissolution, que nous admettrons égale à la chaleur de dissolution du même gaz dans l'eau, soit $5^{Cal},3$, donnée qui peut être acceptée comme suffisamment approchée. Sa chaleur de décomposition sera ainsi réduite à $+46^{Cal},3$. La chaleur de vaporisation d'une molécule d'acétone (sous la pression normale) étant exprimée par $7^{Cal},5$, on voit que la décomposition d'une molécule d'acétylène serait susceptible de vaporiser à cette pression 6 molécules d'acétone, c'est-à-dire à peu près 13 fois son poids : tel serait l'effet produit dans une dissolution renfermant 77^{gr} d'acétylène par kilogramme d'acétone. Encore faudrait-il y ajouter la chaleur nécessaire pour échauffer au même degré le carbone et l'hydrogène résultant de la décomposition de l'acétylène. Il est clair que l'on ne saurait atteindre, dans ces conditions, les températures élevées nécessaires pour la destruction totale de l'acétylène. Il faut évidemment employer une dose notablement plus forte de ce composé endothermique. On s'explique dès lors que les dissolutions d'acétylène dans l'acétone ne soient décomposées que lorsque la proportion du carbure est beaucoup plus considérable.

» Faisons le même calcul pour les dissolutions saturées sous les pressions initiales de 10^{kg} et de 20^{kg}. Nous l'exécuterons, afin de simplifier, avec les données relatives à la pression normale, les seules qui aient été observées; elles fournissent d'ailleurs une approximation suffisante pour l'objet que nous nous proposons.

» Sous une pression de 10^{kg}, les 350^{gr} d'acétylène dissous dans 1^{kg} d'acétone dégageraient, par leur décomposition propre : $623^{Cal},3$;

» Sous une pression de 20^{kg}, les 700^{gr} d'acétylène dissous dégageraient $1246^{Cal},6$.

» Acceptons, pour la chaleur spécifique moléculaire de l'acétone gazeuse à volume constant, la valeur 29, déduite des expériences de Regnault, valeur calculée pour la température de 100° environ et qui croît certainement beaucoup au delà avec la température; soit encore 4,8 pour la chaleur spécifique de H^2; soit 6 pour celle de C^2, à haute température. Envisageons la dissolution de l'acétylène dans l'acétone, saturé sous une pression de 10^{kg}, et supposons que l'acétylène dissous soit décomposé en ses éléments, nous trouvons, la chaleur de vaporisation de l'acétone déduite, que le mélange d'acétone (supposé inaltéré), de carbone et d'hydrogène ($C^2 + H^2$) atteindrait au plus une température de 730°, à volume constant. La température serait même notablement moins élevée, si on la calculait à l'aide des chaleurs spécifiques réelles. Or, cette température est insuffisante pour résoudre l'acétylène en ses éléments.

» Le calcul, effectué pour l'hypothèse d'une décomposition simultanée de l'acétone, c'est-à-dire du dissolvant, en ses éléments et acide carbonique, conduirait seulement à une température voisine de 400°. Ces chiffres rendent bien compte de l'impossibilité d'une semblable décomposition, lorsqu'on opère avec les proportions relatives d'acétylène et d'acétone répondant à une pression initiale de 10^{kg}, ou moindre.

» Pour le liquide saturé sous une pression de 20^{kg}, un calcul semblable indiquerait 1300°, à volume constant; ce chiffre répondant à la décomposition de l'acétylène seul. Or, nous atteignons ici la température de décomposition effective de l'acétylène; c'est-à-dire que la dose d'acétylène mise en jeu est capable de produire les effets observés, en raison de la chaleur qu'elle dégage en se décomposant.

» Ce n'est pas tout : nous avons constaté qu'en élevant ainsi la température du système, la destruction de l'acétylène dissous détermine en même temps un effet nouveau, à savoir la décomposition du dissolvant, l'acétone, en éléments et acide carbonique; décomposition qui absorbe pour son propre compte une dose de chaleur considérable, soit 328^{Cal} environ pour 1^{kg}. Établissons le calcul de ces nouveaux effets, d'après les équations données plus haut. Comme elles sont à peu près équivalentes au point de vue thermique, nous nous bornerons à la première. Dans ce calcul, il suffit de remplacer la chaleur spécifique de l'acétone par celle de ses produits, laquelle est, d'ailleurs, mieux connue.

» On trouve ainsi, pour la chaleur dégagée : 919^{Cal}, nombre qui peut être regardé comme assez exact; et pour la température développée : 1160°. Ce

dernier chiffre n'est qu'approché, en raison des variations de la chaleur spécifique du carbone et de celle de l'acide carbonique.

» Ces valeurs rendent bien compte des phénomènes et notamment de la diversité des effets observés avec les dissolutions d'acétylène, saturées sous les pressions de 10^{kg} et de 20^{kg} : spécialement de la décomposition propre de l'acétone, laquelle accroît singulièrement la pression finale des gaz produits par l'inflammation du mélange. Dans ces conditions de haute pression initiale, la présence de l'acétone, au lieu d'atténuer le phénomène, risque au contraire d'en augmenter l'intensité.

» En effet, la décomposition de l'acétone en carbone, hydrogène et acide carbonique remplace un volume gazeux, mesuré sous la pression normale, par $3\frac{1}{2}$ volumes ; c'est-à-dire qu'à température égale et à volume constant, la pression attribuable à la présence de l'acétone est accrue dans le rapport de $3\frac{1}{2}:1$, tandis que la température s'abaisse seulement de 1300° à 1160°. Si l'on tient compte de la décomposition simultanée de l'acétylène et de ses produits, on trouve, en calculant d'après les lois ordinaires des gaz, que les pressions développées à volume constant, aux températures produites par les quantités inégales de chaleur dégagées, — soit par le système où l'acétone subsisterait, soit par le système où l'acétone serait résolu en carbone, hydrogène et acide carbonique, — sont entre elles comme 47 est à 83 ; c'est-à-dire que la décomposition de l'acétone, malgré l'absorption de chaleur qu'elle entraîne, doublerait à peu près la pression due à la décomposition isolée de l'acétylène.

» A un point de vue plus général, les conditions théoriques des réactions par entraînement se trouvent nettement définies par les explications qui viennent d'être données [1]. Ces réactions portent, dans la plupart des cas, soit sur des combinaisons endothermiques, dont la décomposition dégage de la chaleur, soit sur des transformations exothermiques, dans l'enchaînement desquelles les phénomènes chimiques qui absorbent de la chaleur doivent être compensés et au delà par les phénomènes qui en dégagent. Cette condition est surtout essentielle dans les cas où il ne paraît exister aucune liaison d'ordre chimique entre le phénomène exothermique, tel que la destruction explosive de l'acétylène, et le phénomène endothermique simultané, tel que la décomposition de l'acétone.

» Il y a plus : la comparaison entre les chiffres calculés dans l'hypothèse de la décomposition totale de l'acétone, saturé d'acétylène sous des pres-

[1] Voir aussi *Essai de Méc. chim.*, t. II, p. 30 et 31.

sions de 10^{kg} et de 20^{kg}, montre que, pour déterminer cette décomposition, il est nécessaire que la destruction simultanée de l'acétylène fournisse une quantité de chaleur susceptible, non seulement de compenser la chaleur absorbée par l'acétone, mais en outre de porter tout le système final à la température de la décomposition totale du dernier composé. Ainsi, dans les conditions de nos expériences, l'explosion de l'acétylène, étant accompagnée par un développement de chaleur et de pression énorme à volume constant, produit un *échauffement interne et instantané du système*, comparable par ses effets chimiques à celui qui résulte de la compression brusque d'un gaz; tel que l'échauffement instantané à l'aide duquel l'un de nous a décomposé autrefois le protoxyde d'azote, en le comprimant subitement à 500 atmosphères, par la chute d'un mouton [1].

» Remarquons, en terminant, que nos expériences montrent une fois de plus que la pression, si grande qu'elle soit, n'empêche pas l'accomplissement des réactions exothermiques, en dehors des cas d'équilibre ou de dissociation [2]. Elle tend, au contraire, à en accroître la vitesse et à abaisser la limite d'inflammabilité [3]. »

MÉCANIQUE CHIMIQUE. — *Sur quelques conditions de propagation de la décomposition de l'acétylène pur;* par MM. **Berthelot** et **Vieille**.

« Nous avons montré, dans une précédente Communication [4], que l'acétylène ne propage pas, sous la pression normale, la décomposition excitée en un de ses points; mais il reprend, sous des pressions plus élevées et dès le double de la pression normale, les propriétés des mélanges explosifs usuels.

» Sous une même pression, cette aptitude à la propagation dépend des conditions d'excitation et des influences extérieures de refroidissement. Entre les conditions où l'explosion se produit à coup sûr et celles où elle

---

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. IV, p. 144.

(2) *Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. XVIII, p. 95; 5e série, t. XII, p. 310, etc.

(3) Berthelot, *Sur la force des matières explosives d'après la Thermochimie*, t. I, p. 78; t. II, p. 163, et *passim*.

(4) *Annales de Chimie et de Physique*, 7e série, t. XI, p. 5.

ne présente point de probabilité sensible, il existe un intervalle, correspondant à la mise en train de la plupart des machines et réactions [1] : c'est cet intervalle que nous allons chercher à définir. En effet, il nous a paru utile de préciser, en vue des applications pratiques actuellement à l'étude, les valeurs limites des pressions, à partir desquelles les propriétés explosives de l'acétylène sont susceptibles de prendre une importance dangereuse.

» Nous avons étudié deux modes d'excitation :

» Excitation par l'incandescence d'un fil métallique ;

» Excitation par une amorce au fulminate de mercure.

» Le premier mode correspondrait, en pratique, à l'échauffement intense et localisé, qui peut se produire : soit dans l'attaque d'une masse de carbure en excès par de petites quantités d'eau ; soit par des frictions énergiques entre des pièces métalliques en contact avec le gaz (serrage d'écrou ou de pointeaux de fermeture).

» Le deuxième mode d'excitation peut se trouver réalisé par la déflagration de petites quantités d'acétylures très explosifs, tels que ceux dont se recouvrent, au contact de l'acétylène, les pièces de cuivre ou de ses alliages, dès que l'ammoniaque ou ses sels, et même divers autres composés salins, se trouvent en demeure d'intervenir.

» Pour mettre en évidence l'influence du refroidissement sur les phénomènes de propagation, nous avons expérimenté : tantôt sur des masses de gaz, renfermés dans des vases de diamètre sensiblement égal à la hauteur, la capacité des vases variant de 4^{lit} à 25^{lit}; tantôt sur des tubes métalliques de 22^{mm} de diamètre et de 3^{m} de longueur, dans lesquels l'influence des surfaces de refroidissement était considérable.

PROPAGATION DANS DE LARGES RÉCIPIENTS.

» Les Tableaux suivants résument les résultats observés.

» Pour chaque expérience, on faisait le vide dans le récipient, puis on laissait rentrer le gaz acétylène, provenant d'une bouteille métallique où il était liquéfié ; le vide était fait une deuxième fois, et une nouvelle introduction de gaz permettait d'établir une pression, mesurée cette fois par un manomètre à mercure. L'excitation était produite successivement par un double dispositif de mise de feu, formé d'un boudin de fil métallique porté à l'incandescence, et par une amorce au fulminate, disposée vers le centre de la capacité.

---

(1) Voir aussi *Essai de Mécanique chimique*, t. II, p. 6 et surtout p. 39-42. *Force des matières explosives*, t. I, p. 187.

Récipient de 4 litres, en acier.

Pression initiale du gaz en centimètres de mercure.	Amorçage par fil incandescent au centre du récipient.	Amorçage par une charge de $0^{gr},1$ de fuminate de mercure placée au centre du récipient.
$76^{cm} + 17^{cm}$		10 expériences. Sans propagation.
76 + 24	1 expérience. Pas d'inflammation.	4 expériences. Une inflammation.
76 + 30,5	1 expérience. Pas d'inflammation.	3 expériences. Deux inflammations.
76 + 38	4 expériences. Pas d'inflammation.	3 expériences. Deux inflammations.
76 + 46	4 expériences. Pas d'inflammation; deux fils de fer, deux fils de platine.	
76 + 52	6 expériences. Pas d'inflammation.	
76 + 61	5 expériences. Une inflammation.	
76 + 70	7 expériences. Quatre inflammations.	

Flacon de 25 litres, en verre.

76		1 expérience. Pas d'inflammation.
76 + 7,5	3 expériences. Pas d'inflammation.	2 expériences. Pas d'inflammation.
76 + 10,5		1 expérience. Pas d'inflammation.
76 + 16,8	1 expérience. Pas d'inflammation.	1 expérience. Pas d'inflammation.
76 + 24	2 expériences. Pas d'inflammation.	2 expériences. Pas d'inflammation.
76 + 38		1 expérience. Inflammation et rupture du récipient.

» Ces essais montrent qu'il n'est pas possible, pour un mode d'excitation déterminé, de définir une pression critique absolument fixe, au-dessous de laquelle la propagation serait impossible; tandis qu'immédiatement au-dessus la propagation serait certaine.

» Le passage se fait progressivement, suivant une échelle de pressions, auxquelles correspondent des probabilités croissantes d'explosion.

» Ce fait d'ailleurs n'est pas particulier à l'acétylène. Pour tous les explosifs, les phénomènes de propagation, par choc ou par influence, présentent le même caractère, et les conditions qui assurent l'explosion certaine sont toujours largement séparées de celles qui assurent l'insensibilité certaine : dans l'intervalle, il existe par des zones dangereuses, où l'on ne peut définir autre chose que la probabilité de l'explosion.

» Toutefois, la loi rapide de décroissance de ces probabilités conduit à regarder comme sans danger probable, dans le cas qui nous occupe, une surpression de 52^{cm} de mercure (7^{m} d'eau), lors de l'inflammation provoquée par un point en ignition, et la surpression de 17^{cm} de mercure ($2^{m},30$

d'eau), pour l'inflammation provoquée par l'amorce au fulminate. L'un des modes d'excitation est donc ici trois fois plus énergique que l'autre.

» Les essais effectués dans le flacon de 25^{lit} n'ont pas mis en évidence une influence appréciable de la capacité du récipient.

» L'inflammation donne lieu, sous toutes les pressions, à la production de volumineux flocons de charbon, d'une extrême ténuité, qui tapissent les parois du récipient et le remplissent partiellement. En même temps, le récipient métallique devient brûlant. Lorsque l'inflammation ne se propage pas, on n'observe que des fumées, qui se déposent sous forme d'une légère buée transparente, visible seulement dans les récipients en verre.

» Observons enfin que, dans ces essais, le poids de l'amorce a été choisi assez faible pour ne pas modifier d'une façon sensible la pression générale du récipient, tout en assurant une excitation initiale violente.

PROPAGATION DANS LES TUBES MÉTALLIQUES.

» Il était difficile de prévoir l'influence qu'exercerait sur le phénomène de propagation la forme tubulaire donnée au récipient. Si l'on devait admettre, en effet, dans le cas d'une excitation par fil incandescent, que le refroidissement tendrait à s'opposer à la propagation; au contraire, il y avait lieu de penser que l'influence de l'amorce serait accrue, en raison des pressions locales énergiques, développées au sein de la région de capacité réduite occupée par la charge fulminante.

» Les essais ont été effectués dans un tube en acier de 22^{mm} de diamètre et de 3^{m} de longueur, fermé à l'une de ses extrémités par un tampon métallique, et à l'autre par une cloche en verre fort, mastiquée elle-même dans un raccord. Ces essais n'ont fourni que des résultats négatifs, pour des surpressions initiales de 76^{cm} de mercure, trois fois plus élevées que celles qui avaient permis d'observer la propagation dans des capacités de même ordre, dont la largeur était considérable. La capacité du tube employé était de 1^{lit} environ et les premiers essais furent effectués avec une charge amorce de $0^{gr},025$; de façon à conserver le rapport du poids de la charge amorce au volume total, tel que ce rapport avait été admis lors des expériences exécutées dans un récipient de 4^{lit}. La propagation ne se produisant pas, on a employé alors, malgré le volume réduit du tube, la même amorce de $0^{gr},1$ précédemment expérimentée. Cette fois encore, avec des surpressions ne dépassant pas 1 atmosphère, soit $2^{kg},06$ absolus par centimètre carré, aucune propagation n'a été observée. L'explosion de l'amorce, produite soit contre l'une des extrémités du tube, soit à une

distance de 30^{cm}, n'a entraîné qu'une légère buée charbonneuse dans son voisinage immédiat.

» Les résultats de ces essais sont relevés dans le Tableau suivant :

Tube en acier de 22^{mm} *de diamètre et de* $2^m,89$ *de longueur.*
Capacité : $1^{lit},098$.

Pression initiale.	Amorçage.		Observations.
$76^{cm} + 17^{cm}$	$0^{gr},025$ fulminate.		1 expérience. Pas de propagation; buée charbonneuse sur le bouchon.
76 + 30,5	0,025 fulminate.		1 expérience. Pas de propagation; buée charbonneuse sur le bouchon.
76 + 38	0,025 fulminate.		1 expérience. Pas de propagation; buée charbonneuse sur le bouchon.
76 + 24	0,1	amorce placée au voisinage de l'extrémité.	1 expérience. Pas de propagation; buée charbonneuse sur le bouchon.
76 + 38,8	0,1		1 expérience. Pas de propagation; buée charbonneuse sur le bouchon.
76 + 61	0,1		1 expérience. Pas de propagation; buée charbonneuse sur le bouchon.
76 + 76	0,1		
76 + 38	0,1	amorce à 30^{cm} de l'extrémité.	1 expérience.
76 + 76	0,1		3 expériences. Pas de propagation; buée charbonneuse sur le bouchon.

» Dans les trois dernières expériences, l'inflammation par fil rougi, sous la pression de 76^{cm}, a été préalablement essayée sans résultat. »

CORRESPONDANCE.

GÉOMÉTRIE. — *Sur l'emploi de l'espace à quatre dimensions dans l'étude des surfaces algébriques admettant plusieurs séries de coniques.* Note de M. Eugène Cosserat, présentée par M. Darboux.

« La surface F, lieu d'un point dont les coordonnées homogènes x_1, x_2, x_3, x_4, exprimées au moyen de deux paramètres λ et μ, sont définies par les formules

$$(1)\quad \rho x_i = (a_i\lambda^2 + b_i\lambda + c_i)\mu^2 + (a'_i\lambda^2 + b'_i\lambda + c'_i)\mu + a''_i\lambda^2 + b''_i\lambda + c''_i,$$

où $a_i, b_i, c_i, \ldots$ sont des constantes, admet deux familles simples de co-

niques que l'on obtient en laissant successivement constants λ et μ. Elle a été, comme on sait, rencontrée, pour la première fois, par M. Darboux, en 1881, puis étudiée de nouveau, en 1888, par M. Kœnigs, qui a consacré, en outre, en 1889, une Note particulièrement digne d'attention au cas où les coniques des deux familles sont des cercles.

» Je me suis proposé de faire une étude systématique et détaillée de la surface F : toute la difficulté se concentre d'abord, comme cela a lieu d'une façon générale pour les surfaces représentables sur le plan, sur la recherche de la courbe lieu des points multiples.

» Or, la considération de l'espace à quatre dimensions permet d'effectuer cette recherche d'une façon simple, et même de présenter l'étude de la surface F comme une application directe et intéressante de la théorie, dont les bases ont été posées, en 1870, par M. Darboux (¹). *Des systèmes linéaires de surfaces du second ordre.*

» Remarquons, en effet, tout d'abord, que l'on peut substituer à la définition de F, par les formules (1), la suivante qui s'était offerte en premier lieu à M. Darboux : la surface F est le lieu d'un point dont les coordonnées homogènes x_1, x_2, x_3, x_4 s'expriment par les formules

$$\rho x_i = f_i(\eta_1, \eta_2, \eta_3, \eta_4), \tag{2}$$

où les f_i sont des formes quadratiques des quatre paramètres η_1, η_2, η_3, η_4 liés entre eux par la relation

$$\eta_1^2 + \eta_2^2 + \eta_3^2 + \eta_4^2 = 0. \tag{3}$$

» Cette nouvelle définition donne bien une surface F, comme on le voit, avec M. Darboux, en exprimant les coordonnées η_1, η_2, η_3, η_4 d'un point de la quadrique (3) sous forme de fonctions homogènes et du second degré de trois paramètres.

» Inversement, si l'on part des formules (1), et si l'on effectue le changement de paramètres défini par les formules

$$\lambda = x + yi, \qquad \mu = x - yi,$$

(¹) G. Darboux, *Sur les systèmes linéaires de coniques et de surfaces du second ordre* (*Bulletin des Sciences mathématiques*, 1re série, t. I, p. 348-358; 1870). Les résultats contenus dans ce travail ont été partiellement développés depuis, avec quelques compléments intéressants, par M. Th. Reye (*Journal de Borchardt*, t. 82, p. 54-83; 1877).

les seconds membres des équations (1), égalés à zéro, représenteront alors des cycliques, x et y étant considérées comme des coordonnées cartésiennes rectangulaires; l'emploi d'un système de coordonnées tétracirculaires conduit alors évidemment aux formules (2) et (3).

» Ceci posé, envisageons dans l'espace à quatre dimensions la variété V, lieu d'un point dont les coordonnées homogènes x_1, x_2, x_3, x_4, x_5 sont définies par les formules

$$(4) \qquad \rho x_i = f_i(\eta_1, \eta_2, \eta_3, \eta_4),$$

où les f_i sont des formes quadratiques des quatre paramètres $\eta_1, \eta_2, \eta_3, \eta_4$.

» *On obtiendra évidemment la surface* F *en coupant la variété* V *par un espace linéaire à trois dimensions, et en prenant ce dernier pour espace ordinaire à trois dimensions.*

» L'étude de la surface F dépend ainsi de celle de la variété V de l'espace à quatre dimensions.

» Nous nous trouvons maintenant en présence d'une question analogue à celle qui a été traitée en 1867 par Clebsch et par M. Cremona, à propos de la surface de Steiner. Toutefois la question est ici, comme on s'en rendra compte plus loin, beaucoup plus compliquée.

» Considérons $\eta_1, \eta_2, \eta_3, \eta_4$ comme les coordonnées d'un point de l'espace ordinaire; à deux points $(\eta'_1, \eta'_2, \eta'_3, \eta'_4)$ et $(\eta''_1, \eta''_2, \eta''_3, \eta''_4)$, pour lesquels on aura les cinq relations

$$(5) \qquad f_i(\eta'_1, \eta'_2, \eta'_3, \eta'_4) = \lambda^2 f_i(\eta''_1, \eta''_2, \eta''_3, \eta''_4),$$

λ étant une indéterminée, correspondra un point multiple de la variété V; or, si l'on introduit les huit inconnues auxiliaires $y_1, y_2, y_3, y_4, z_1, z_2, z_3, z_4$ définies par les formules

$$2y_k = \eta'_k + \lambda\eta''_k, \qquad 2z_k = \eta'_k - \lambda\eta''_k,$$

les relations (5) deviennent

$$\sum_{k=1}^{k=4} z_k \frac{\partial f_i}{\partial y_k} = 0,$$

en sorte que les deux points (y_1, y_2, y_3, y_4) et (z_1, z_2, z_3, z_4) sont conjugués par rapport à chacune des cinq quadriques $f_i = 0$.

» Si nous nous plaçons dans le cas général, nous retombons, on le voit, sur la considération de la courbe du dixième ordre K_{10} et de la surface

réglée du dixième ordre R_{10}, envisagées par M. Darboux à la fin du Mémoire que nous avons cité plus haut.

» Aux différents cas particuliers présentés par le système linéaire du quatrième ordre défini par les cinq quadriques $f_i = 0$, correspondent des variétés V particulières ; l'étude des différents cas qui se présentent dans l'intersection de chacune de ces variétés V et d'un espace linéaire à trois dimensions donne donc, en définitive, une classification intéressante des surfaces de l'espèce F.

» Le cas particulier suivant mettra en évidence la complication de l'étude de la variété V.

» Trois formes quadratiques de quatre variables ne peuvent pas, en général, ainsi que l'a signalé pour la première fois M. Darboux dans le Mémoire déjà cité, être représentées par des expressions formées linéairement avec les carrés de cinq mêmes formes linéaires. Le cas où il en sera ainsi pour les cinq formes f_i des équations (4) est donc extrêmement particulier. Envisageons-le ou, si l'en veut, supposons que les cinq quadriques $f_i = 0$ soient les polaires d'une même surface du troisième ordre par rapport à différents points de l'espace. La variété V sera la transformée homographique de celle qui est définie par les équations

$$\rho x_i = P_i^2,$$

où les P_i sont des formes linéaires de quatre paramètres.

» Les surfaces F qu'on déduit de cette variété sont, en général, définies par une équation de la forme

$$\sqrt{X_1} + \sqrt{X_2} + \sqrt{X_3} + \sqrt{X_4} + \sqrt{X_5} = 0,$$

où $X_1, X_2, \ldots, X_5$ sont des formes linéaires des quatre coordonnées homogènes d'un point de l'espace.

» *La surface du huitième ordre, étudiée récemment par M. Alberto Brambilla* ([1]), *constitue donc, on le voit, un cas particulier des surfaces* F *envisagées par MM. Darboux et Kœnigs.*

» J'ajouterai, en terminant, que ce qui précède ne constitue pas la seule façon intéressante d'introduire dans l'étude de la surface F la considération des espaces à plus de trois dimensions ; il est bien clair que la méthode des projections, inaugurée par Clifford et par M. Véronèse, et si heureuse-

---

([1]) ALBERTO BRAMBILLA, *Sopra una famiglia di superficie dell' ottavo ordine:* Nota prima (*Giornale di Matematiche,* t. XXXV, p. 1-21; 1897).

ment appliquée par M. Corrado Segre et par d'autres géomètres italiens, trouve encore ici son application. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une formule d'Analyse relative à certaines intégrales de fonctions elliptiques par rapport à leur module.* Note de M. F. DE SALVERT, présentée par M. Hermite.

« La notion des intégrales elliptiques envisagées comme fonctions de leur module joue, comme l'on sait, un rôle considérable en Analyse. Aussi tous les traités complets de cette Science rapportent-ils, dans cet ordre d'idées, plusieurs formules importantes déduites de la différentiation des dites fonctions par rapport à leur module; mais, par contre, la plupart ne font mention d'aucune formule explicite qui provienne de l'intégration des mêmes fonctions par rapport à ce module. Nous avons donc lieu de penser que l'on ne jugera pas dénué d'intérêt, à ce point de vue, deux formules très simples, appartenant à cette catégorie, auxquelles nous avons été conduit, dans nos recherches sur l'*Attraction du Parallélépipède Ellipsoïdal*, par une intégration directe opérée à l'aide d'un changement de variables, et que nous demanderons la permission d'énoncer, pour plus de clarté, sous la forme d'un théorème d'Analyse, dans les termes suivants :

» *Si l'on convient de représenter par les symboles* $F_1(z, k)$ *et* $F_2(z, k)$ *les deux intégrales elliptiques normales de première et de seconde espèce, savoir*

$$(1)\qquad F_1(z,k)=\int_0^z \frac{dz}{\sqrt{(1-z^2)(1-k^2z^2)}},\qquad F_2(z,k)=\int_0^z \frac{k^2z^2\,dz}{\sqrt{(1-z^2)(1-k^2z^2)}},$$

et, conformément à l'usage, par $\Pi(\varphi, h, k)$ *la fonction elliptique de troisième espèce, on aura la formule de quadrature*

$$(2)\qquad \left\{\begin{aligned} &\int_g^k F_2\left(\frac{x}{k}, k\right)\frac{2k\,dk}{\sqrt{(g^2-k^2)(1-g^2+k^2)}}-\int_g^k F_2\left(\frac{x}{k}, k\right)\frac{(g^2-k^2)2k\,dk}{\sqrt{(g^2-k^2)(1-g^2+k^2)}}\\ &\quad = 2i\sqrt{1-g^2}\,[\Pi(\varphi_2, h_2, k_2)-\Pi(\varphi_1, h_1, k_1)],\end{aligned}\right.$$

dans laquelle g désignant un paramètre arbitraire (que l'on pourrait appeler module du second ordre), *les valeurs des six éléments* φ_1, h_1, k_1; φ_2, h_2, k_2 *sont définies par les égalités*

$$(3)\qquad \left\{\begin{aligned} &k_1=\frac{\sqrt{1-k^2}}{ik}, &&\operatorname{sn}(h_1,k_1)=\frac{ik}{\sqrt{1-g^2}}, &&\operatorname{sn}(\varphi_1,k_1)=\frac{ix}{\sqrt{1-x^2}},\\ &k_2=\frac{\sqrt{1+x^2-g^2}}{\sqrt{x^2-g^2}}, &&\operatorname{sn}(h_2,k_2)=\frac{\sqrt{x^2-g^2}}{\sqrt{1-g^2}}, &&\operatorname{sn}(\varphi_2,k_2)=\frac{\sqrt{-g^2+k^2}}{\sqrt{1-g^2+k^2}}.\end{aligned}\right.$$

» *Pour la valeur particulière de la constante* $g = 1$, *cette formule prend la forme limite*

$$(4)\quad \left\{\begin{aligned} &\int_1^k \mathrm{F}_2\left(\frac{x}{k}, k\right)\frac{dk}{\sqrt{1-k^2}} - \int_1^k \mathrm{F}_1\left(\frac{x}{k}, k\right)\sqrt{1-k^2}\,dk \\ &\quad = -\left[x\,\mathrm{F}_1\left(\sqrt{1-k^2}, \frac{1}{\sqrt{1-x^2}}\right) + \sqrt{1-k^2}\,\mathrm{F}_1\left(x, \frac{1}{k}\right)\right], \end{aligned}\right.$$

formule que l'on peut encore écrire sous cette autre forme

$$(4\ bis)\quad \left\{\begin{aligned} &\int_1^k \mathrm{F}_2\left(\frac{x}{k}, k\right)\frac{dk}{\sqrt{1-k^2}} - \int_1^k \mathrm{F}_1\left(\frac{x}{k}, k\right)\sqrt{1-k^2}\,dk \\ &\quad = i\left[x\,\mathrm{F}_1\left(\frac{\sqrt{1-k^2}}{ik}, \frac{ix}{\sqrt{1-x^2}}\right) - \sqrt{1-k^2}\,\mathrm{F}_1\left(\frac{ix}{\sqrt{1-x^2}}, \frac{\sqrt{1-k^2}}{ik}\right)\right], \end{aligned}\right.$$

dont on remarquera l'analogie avec celle dite de l'échange de l'amplitude et du paramètre *pour la fonction elliptique de troisième espèce.*

» Disons tout d'abord que l'on passera de la formule générale (2) à la formule limite (4 *bis*) $\left[\right.$de laquelle on passera à la forme (4) en transformant les définitions (1) par le moyen de la substitution $z = \frac{it}{\sqrt{1-t^2}}\left.\right]$, en observant, d'une part, que pour l'hypothèse $g = 1$, $\mathrm{sn}(h_1, k_1)$ et $\mathrm{sn}(h_2, k_2)$ étant d'après (3) l'un et l'autre infinis, h_1 et h_2 devront être considérés alors comme égaux, l'un à $i\mathrm{K}'_1$, et l'autre à $i\mathrm{K}'_2$; et d'autre part, que la définition de la fonction $\Pi(\varphi, h, k)$ donnant en général, pour $h = i\mathrm{K}'$,

$$\lim\left[\frac{1}{\mathrm{sn}\,h}\Pi(\varphi, h, k)\right]_{h=i\mathrm{K}'} = \int_0^\varphi \frac{-k\,\mathrm{sn}^2\varphi\,d\varphi}{-\mathrm{sn}^2\varphi} = \int_0^\varphi k\,d\varphi = k\varphi,$$

si l'on applique cette formule successivement aux deux produits

$$\sqrt{1-g^2}\,\Pi(\varphi_1, h_1, k_1) \quad \text{et} \quad \sqrt{1-g^2}\,\Pi(\varphi_2, h_2, k_2),$$

l'on trouvera sans peine

$$\lim\left\{2i\sqrt{1-g^2}\left[\Pi(\varphi_2, h_2, k_2) - \Pi(\varphi_1, h_1, k_1)\right]\right\}_{g=1} = 2i\left(x\varphi_2 - \sqrt{1-k^2}\,\varphi_1\right).$$

» Cela dit, le Lecteur trouvera, dans le Tome XXI des *Annales de la Société scientifique de Bruxelles*, le développement, *in extenso,* d'une démonstration par voie de différentiation (ou *a posteriori*) desdites formules, trop longue et trop compliquée pour pouvoir être indiquée ici, même en termes sommaires. Nous nous bornerons donc à signaler la circonstance heureuse à laquelle est due la possibilité de son succès.

» Faisant, pour abréger, $\Pi(\varphi_1, h_1, k_1) = \Pi_1$ et $\Pi(\varphi_2, h_2, k_2) = \Pi_2$, et désignant par J le second membre de la formule (2) en question, l'on a

$$(5) \quad J = 2i\sqrt{1-g^2}(\Pi_2 - \Pi_1), \quad \frac{\partial^2 J}{\partial x\, \partial k} = 2i\sqrt{1-g^2}\left[\frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{\partial \Pi_2}{\partial k}\right) - \frac{\partial}{\partial k}\left(\frac{\partial \Pi_1}{\partial x}\right)\right].$$

» Or, comme en général la fonction $\Pi(\varphi, h, k)$ devient, en y faisant $\operatorname{sn}(\varphi, k) = t$,

$$\Pi(\varphi, h, k) = \int_0^t \frac{k^2 \operatorname{sn} h \operatorname{cn} h \operatorname{dn} h\, t^2}{1 - k^2 \operatorname{sn}^2 h\, t^2} \frac{dt}{\sqrt{(1-t^2)(1-k^2t^2)}};$$

en appliquant cette transformation aux deux fonctions Π_1 et Π_2, pour laquelle on a, d'après les définitions (3),

$$(6) \quad t_1 = \operatorname{sn}(\varphi_1, k_1) = \frac{ix}{\sqrt{1-x^2}}, \qquad t_2 = \operatorname{sn}(\varphi_2, k_2) = \frac{\sqrt{-g^2+k^2}}{\sqrt{1-g^2+k^2}},$$

l'on trouvera, k_1 et h_1 étant indépendants de x, et k_2 et h_2 de k, simplement

$$\left\{\begin{aligned} \frac{\partial \Pi_1}{\partial x} &= \frac{k_1^2 \operatorname{sn}(h_1, k_1) \operatorname{cn}(h_1, k_1) \operatorname{dn}(h_1, k_1)}{1 - k_1^2 \operatorname{sn}^2(h_1, k_1) t_1^2} \frac{t_1^2 \dfrac{\partial t_1}{\partial x}}{\sqrt{(1-t_1^2)(1-k_1^2 t_1^2)}}, \\ \frac{\partial \Pi_2}{\partial k} &= \frac{k_2^2 \operatorname{sn}(h_2, k_2) \operatorname{cn}(h_2, k_2) \operatorname{dn}(h_2, k_2)}{1 - k_2^2 \operatorname{sn}^2(h_2, k_2) t_2^2} \frac{t_2^2 \dfrac{\partial t_2}{\partial k}}{\sqrt{(1-t_2^2)(1-k_2^2 t_2^2)}}, \end{aligned}\right.$$

valeurs dont le calcul explicite est facile en partant des définitions (3) et (6); et dès lors celui de leurs dérivées premières $\frac{\partial}{\partial k}\left(\frac{\partial \Pi_1}{\partial x}\right)$ et $\frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{\partial \Pi_2}{\partial k}\right)$, ou plus exactement *de la différence de ces dernières dérivées*, devient ainsi praticable *effectivement* en vue de la substitution dans l'expression (5) de $\frac{\partial^2 J}{\partial x\, \partial k}$, tandis que le calcul des mêmes quantités eût été *en fait* irréalisable, par excès de complication, si φ_1, h_1, k_1, ou φ_2, h_2, k_2, eussent dépendu à la fois, soit de x, soit de k. Et c'est ainsi qu'on peut parvenir, pour la dérivée seconde précitée $\frac{\partial^2 J}{\partial x\, \partial k}$, à une expression identique à celle que l'on obtient immédiatement pour la dérivée analogue $\frac{\partial^2 I}{\partial x\, \partial k}$, en désignant par I le premier membre de la même formule : d'où l'on conclut ensuite très aisément la condition nécessaire $I = J$, c'est-à-dire précisément la formule (2) qu'il s'agissait d'établir.

» Les formules limites (4) ou (4 *bis*) se démontreraient de même, à l'aide d'un calcul analogue, mais beaucoup plus simple. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'intégration algébrique des équations différentielles linéaires du troisième ordre.* Note de M. **A. Boulanger**, présentée par M. Émile Picard.

« Soit l'équation à coefficients rationnels

$$(1)\qquad y''' + 3ay'' + 3by' + cy = 0.$$

» Les quotients

$$U = \frac{y_2}{y_1}, \qquad V = \frac{y_3}{y_1},$$

de trois intégrales linéairement distinctes de (1) vérifient un système de deux équations différentielles du quatrième ordre, système formé autrefois par M. Painlevé (*Comptes rendus* du 27 juin 1887) et que j'écris ainsi :

$$(2)\left\{\begin{aligned} &4\left(\frac{d'}{d}\right)^2 - 3\frac{d''+D}{d} = 9(a^2+a'-b),\\ &8\left(\frac{d'}{d}\right)^3 - 6\frac{d'(d''+3D)}{d^2} + 9\frac{D'}{d} = 27[-2a(a^2+a')+3ab+b'-c],\end{aligned}\right.$$

en posant

$$d = U'V'' - U''V', \qquad D = U''V''' - U'''V''.$$

» On a d'ailleurs

$$y^3 d\, e^{3\int a\,dx} = \text{const.}$$

» La condition nécessaire et suffisante pour que l'intégrale générale de (1) soit algébrique est que a n'ait que des pôles simples à résidus commensurables et que l'intégrale générale de (2) soit algébrique.

» Si l'intégrale générale de (2) est algébrique, les diverses valeurs de $U(x)$ et $V(x)$, pour x donné, forment un groupe fini de substitutions linéaires; et si l'on remplace, dans les fonctions fondamentales invariantes d'un tel groupe, les variables par $U(x)$ et $V(x)$, on obtient deux fonctions rationnelles de x, soit

$$f(U, V) = P(x), \qquad g(U, V) = Q(x);$$

la réciproque est exacte (Painlevé, *loc. cit.*).

» *Si dans le système* (2) *on exprime* U *et* V *en fonction de* P *et* Q *à l'aide de ces relations, on obtient un système de deux équations différentielles du quatrième ordre en* P *et* Q, *à coefficients rationnels en* P *et* Q; j'ai formé ce

système *que j'écris d'une manière très analogue à* (2) :

$$(3)\quad \begin{cases} 4\left(\frac{\delta'}{\delta}\right)^2 - 3\frac{\delta''+\Delta}{\delta} = 9(a^2+a'-b) \\ 8\left(\frac{\delta'}{\delta}\right)^3 - 6\frac{\delta'(\delta''+3\Delta)}{\delta} + 9\frac{\Delta_1}{\delta} = 27[-2a(a^2+a')+3ab+b'-c] \end{cases}$$

en posant

$$\delta = P'Q'' - P''Q' + 3P'Q'(NQ' - MP') + JQ'^3 - IP'^3,$$

$$\Delta = \begin{cases} (P''+MP'^2-2NP'Q'-JQ'^2)\Big[Q'''+9NQ'Q''-3IP'P'' \\ \qquad +3\left(\frac{\partial N}{\partial Q}+3N^2\right)Q'^3+\left(3\frac{\partial N}{\partial P}+IJ\right)P'Q'^2 \\ \qquad -\left(\frac{\partial L}{\partial Q}-3NI\right)P'^2Q'-\left(\frac{\partial I}{\partial P}+3MI\right)P'^3\Big] \\ -(Q''+NQ'^2-2MP'Q'-IP'^2)\Big[P'''+9MP'P''-3JQ'Q'' \\ \qquad +3\left(\frac{\partial M}{\partial P}+3M^2\right)P'^3+\left(3\frac{\partial M}{\partial Q}+IJ\right)P'^2Q' \\ \qquad -\left(\frac{\partial J}{\partial P}-3MJ\right)P'Q'^2-\left(\frac{\partial J}{\partial Q}+3NJ\right)Q'^3\Big] \\ +\delta\Big[3(MP''+NQ'')+\left(3M^2-3IN+3\frac{\partial M}{\partial P}-\frac{\partial I}{\partial Q}\right)P'^2 \\ \qquad +2(3MN-IJ)P'Q'+\left(3N^2-3JM+3\frac{\partial N}{\partial Q}-\frac{\partial J}{\partial P}\right)Q'^2\Big]; \end{cases}$$

$$\Delta_1 = P''Q^{\text{IV}} - Q''P^{\text{IV}} + \ldots.$$

(Je ne transcris pas cette dernière expression qui est encore plus compliquée que Δ.)

» Dans ces équations (3), I, J, M, N sont quatre fonctions rationnelles de P et Q, invariants spéciaux à chaque groupe linéaire fini, et que j'ai calculées en particulier dans le cas du groupe de Hesse.

» La condition relative à a supposée remplie, pour que l'intégrale générale de (1) soit algébrique, il faut et il suffit que le système (3) ait une intégrale (P, Q) rationnelle. La méthode des coefficients indéterminés permettra de reconnaître s'il existe une telle intégrale rationnelle et de la déterminer dès que les degrés de P et Q seront limités. Or, en étendant certaines considérations données par M. Klein dans le cas de l'équation du second ordre (*Cours autographié* de 1894), je suis arrivé aux résultats suivants :

» *Le point* ∞ *étant rendu point ordinaire de* (1), *et les termes quadratiques*

de la décomposition en éléments simples de la fonction rationnelle $3(b - a' - a^2)$ *étant*

$$\sum_i \frac{M_i}{(x - \alpha_i)^2},$$

les degrés de P *et* Q *sont respectivement inférieurs à*

$$8\sum_i \sqrt{2(M_i + 1)} - 12(m - 2),$$

$$12\sum_i \sqrt{2(M_i + 1)} - 18(m - 2),$$

dans le cas du groupe G_{216} de Hesse, et à

$$8\sum_i \sqrt{2(M_i + 1)} - 12(m - 2),$$

$$9\sum_i \sqrt{2(M_i + 1)} - 14(m - 2),$$

dans le cas du groupe G_{168} de M. Klein. Dans ces expressions, m désigne le nombre des points singuliers de (1).

» Dans un Travail qui paraîtra prochainement, j'indique de plus la marche à suivre pour calculer exactement ces degrés et la formation de l'intégrale générale de (1) connaissant P et Q, intégrale rationnelle de (3); je développe aussi tous les résultats correspondants relatifs à l'intégration algébrique du système complet

$$\left.\begin{array}{l} r = a_1 p + b_1 q + c_1 z \\ s = a_2 p + b_2 q + c_2 z \\ t = a_3 p + b_3 q + c_3 z \end{array}\right\} \text{(Notations de Monge)},$$

à coefficients rationnels en x et y. »

PHYSIQUE. — *Sur la solubilité des liquides.* Note de M. **A. Aignan.**

« Pour étudier la solubilité des liquides, Alexejew [1] recommande la méthode suivante : Dans un tube de verre, on introduit des poids P_a, P_b

---

[1] *Annales de Wiedemann*, t. XXVIII, p. 305.

des deux liquides A et B à examiner, on scelle le tube et l'on chauffe au bain-marie jusqu'à ce que l'on obtienne un mélange homogène; puis, refroidissant lentement, on note la température t à laquelle le mélange commence à se troubler. A cette température, les deux masses liquides P_a et P_b forment une dissolution saturée. On fait varier le rapport des deux quantités P_a, P_b, et l'on représente graphiquement l'ensemble des résultats en portant en abscisses les températures t et en ordonnées le *tant pour cent* de l'un des liquides dans le mélange qui s'est troublé à cette température t.

» D'après les résultats ainsi obtenus par Alexejew, on peut conclure qu'à la température t la solubilité du premier liquide A dans le deuxième B est caractérisée par le nombre

$$\alpha = \frac{P_a}{P_b}$$

et la solubilité du liquide B dans le liquide A par le nombre

$$\beta = \frac{P_b}{P_a}$$

car, dans le tube scellé servant à faire l'expérience, rien ne distingue les deux liquides, qui forment un mélange homogène, et l'expérience prend fin au premier indice de trouble.

» Il n'est pas probable qu'il existe la relation générale

$$\alpha = \frac{1}{\beta}$$

entre les deux coefficients de solubilité, définis comme nous l'avons fait plus haut. Et l'on ne voit pas, *a priori*, la nécessité d'adopter uniquement celui de ces deux nombres qui est inférieur à l'unité, ce qui revient à supposer que, dans tous les cas, c'est le liquide pris en plus grande quantité qui dissout l'autre.

» Afin d'élucider ce qui pourrait rester incertain dans l'interprétation des résultats fournis par la méthode d'Alexejew, je propose une méthode différente.

» Dans un tube gradué, on introduit des volumes V_a et V_b des deux liquides A et B; dans un deuxième tube semblable on introduit des volumes V'_a et V'_b; les tubes fermés, l'on agite et l'on mélange à plusieurs reprises les deux liquides, afin de faciliter leur dissolution réciproque. Après quelques instants de repos, on observe dans chaque tube deux couches distinctes. Et si l'on suppose que A soit le liquide le plus dense, à la partie

inférieure de chaque tube nous aurons une dissolution de A saturée de B, à la partie supérieure une dissolution de B saturée de A. Désignons par V_1 et V_2 les volumes des couches liquides dans le premier tube, par V'_1 et V'_2 les volumes correspondants dans le deuxième tube; l'indice 1 se rapporte à la couche inférieure.

» Nous aurons, pour exprimer à la température de l'expérience les coefficients de solubilité α, du liquide A dans le liquide B, et β, du liquide B dans le liquide A, les formules

$$\alpha = \frac{V_1 V'_a - V_a V'_1}{V_1 V'_b - V_b V'_1}, \qquad \beta = \frac{V_2 V'_b - V_b V'_2}{V_2 V'_a - V_a V'_2}.$$

» Portant les deux tubes ainsi préparés à des températures différentes, on pourra déterminer la loi de variation des coefficients α et β avec la température. Nous avons pris, pour définir le *coefficient de solubilité* d'un liquide dans un autre, le *volume de liquide soluble dissous par l'unité de volume du liquide dissolvant*.

» *Remarque.* — On a supposé, dans le calcul des expériences, que le phénomène observé n'était accompagné d'aucun changement de volume, contraction ou dilatation, c'est-à-dire que l'on avait

$$V_a + V_b = V_1 + V_2 \qquad \text{et} \qquad V'_a + V'_b = V'_1 + V'_2.$$

» Or il n'en est pas ainsi. Les phénomènes de dissolution produisent, en général, une légère diminution de volume et l'élévation de température une dilatation. Il convient, par conséquent, de faire éprouver aux volumes V_1, V_2, V'_1, V'_2 une correction et de les remplacer respectivement par

$$V_1(1+\varepsilon_1), \quad V_2(1+\varepsilon_2), \quad V'_1(1+\varepsilon_1), \quad V'_2(1+\varepsilon_2).$$

» Les coefficients de correction ε_1 et ε_2 sont donnés par les formules

$$\varepsilon_1 = \frac{\Delta\varpi V'_2 - \Delta\varpi' V_2}{V_1 V'_2 - V_2 V'_1}, \qquad \varepsilon_2 = \frac{\Delta\varpi V'_1 - \Delta\varpi' V_1}{V_2 V'_1 - V_1 V'_2}$$

avec

$$\Delta\varpi = (V_a + V_b) - (V_1 + V_2) \qquad \text{et} \qquad \Delta\varpi' = (V'_a + V'_b) - (V'_1 + V'_2).$$

» On éviterait les corrections relatives aux variations de volume si l'on remplaçait la mesure des volumes V par des évaluations en poids P. On aurait alors

$$\alpha = \frac{P_1 P'_a - P_a P'_1}{P_1 P'_b - P_b P'_1}, \qquad \beta = \frac{P_2 P'_b - P_b P'_2}{P_2 P'_a - P_a P'_2}.$$

» Mais le *coefficient de solubilité* ainsi calculé représenterait *le poids de liquide soluble dissous dans l'unité de poids de liquide dissolvant*.

» Pour appliquer cette méthode à l'*oxyde d'éthyle* et à l'*eau*, on a pris, à la température de 12°,5,

$$V_a = 30^{cc}, \quad V_b = 70^{cc}, \quad V'_a = 70^{cc}, \quad V'_b = 30^{cc}.$$

» On a obtenu après agitation

$$V_1 = 31^{cc},1, \quad V_2 = 68^{cc},2, \quad V'_1 = 77^{cc},6, \quad V'_2 = 21^{cc},4$$

avec

$$\Delta w = 0^{cc},7, \quad \Delta w' = 1^{cc}, \quad \varepsilon_1 = 0,0012, \quad \varepsilon_2 = 0,005$$

et l'on a calculé

$$\alpha = 0,033, \quad \beta = 0,132.$$

» 1^lit^ de l'éther examiné peut dissoudre 33^cc^ d'eau, tandis que 1^lit^ d'eau peut dissoudre 132^cc^ de ce même éther. A l'aide d'expériences directes, effectuées sur les mêmes produits, j'ai pu vérifier ces résultats d'une manière satisfaisante.

» Or, on admet (¹) que l'eau dissout $\frac{1}{10}$ environ de son poids d'éther pur et l'éther $\frac{1}{60}$ de son poids d'eau. Si l'on prend 0,723 pour densité de l'éther à +12°,5, on en déduit que 1^lit^ d'éther pur dissoudrait 12^cc^ d'eau et que 1^lit^ d'eau pourrait dissoudre 138^cc^ d'éther pur. L'écart, très grand, entre le résultat que j'ai trouvé pour la solubilité de l'eau dans l'éther et celui qui est admis, doit vraisemblablement être attribué à quelque impureté de l'éther qui a servi à mes expériences. Une petite quantité d'alcool contenu dans cet éther suffirait à expliquer l'accroissement du coefficient de solubilité α considéré. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la résonance multiple*. Note de M. **L. Décombe**, présentée par M. Lippmann.

« Dans l'explication de la résonance multiple, proposée à peu près simultanément par MM. Poincaré (²) et Bjerknes (³), on admet, ce qui a d'ailleurs été vérifié par M. Bjerknes, que l'amortissement de l'excitateur

(¹) Troost, *Traité de Chimie*.
(²) Poincaré, *Électricité et Optique*, G. Carré, édit.; 1891.
(³) *Wied. Ann.*, t. XLIV, p. 75.

est considérable par rapport à celui du résonateur; cela permet d'expliquer pourquoi la longueur d'onde observée dépend toujours et seulement du résonateur.

» Je me suis proposé de rechercher si, en renversant les conditions d'amortissement, on pourrait rendre la longueur d'onde indépendante du résonateur employé.

» Deux choses sont à réaliser : l'augmentation du décrément du résonateur et la diminution de celui de l'excitateur.

» On peut augmenter le premier en donnant pour self-induction, au résonateur, un fil de grande résistance. Le décrément logarithmique est, en effet,

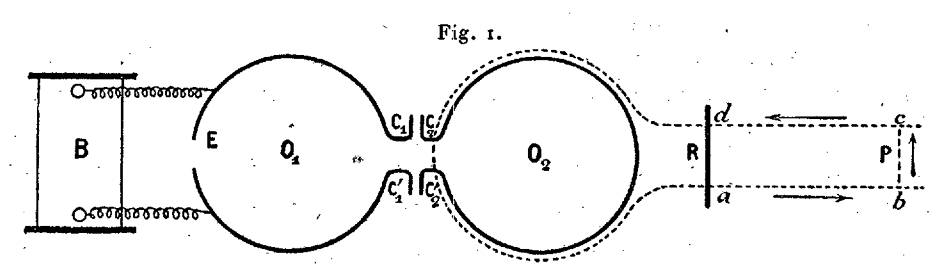
$$\pi R\sqrt{\frac{C}{L}}$$

d'après la théorie de Thomson.

» Le décrément de l'excitateur est généralement considérable par suite de la présence de l'étincelle explosive qui constitue la partie la plus forte de sa résistance; j'ai employé un dispositif dans lequel cette étincelle est supprimée; l'excitateur étant d'ailleurs constitué par une tige de laiton du diamètre de 7^{mm}, la résistance était faible, et par suite le décrément.

» *Description des appareils.* — Un premier oscillateur O_1 est directement actionné par la bobine d'induction B; l'étincelle éclate en E, dans de l'huile de vaseline. Un deuxième oscillateur O_2, en tout semblable au premier, sauf qu'il ne présente pas de solution de continuité analogue à E, est mis en vibration par l'induction électrostatique que le premier exerce sur lui. Cette induction s'exerce par l'intermédiaire des petites plaques métalliques C_1 et C'_1 jouant le rôle de capacités et séparées des plaques semblables C_2 et C'_2 par un diélectrique mince (une lame de verre).

Fig. 1.



» La période d'un excitateur étant indépendante de la résistance de cet appareil, ainsi qu'il résulte de la formule de Thomson $T = 2\pi\sqrt{LC}$ et que l'a d'ailleurs montré Feddersen (¹), les deux oscillateurs précédents émettent des vibrations de même pé-

(¹) Feddersen, *Ann. de Chim. et de Phys.*, 3e série, t. LXIX, p. 178; 1863.

riode, condition nécessaire pour que les oscillations de O_2 ne soient pas troublées par celles de O_1.

» L'oscillateur O_2 agit sur un fil métallique très voisin dont il est seulement séparé par l'épaisseur d'un tube de caoutchouc qui l'enveloppe; il y induit des oscillations de même période que les siennes et qui se propagent ensuite dans les fils parallèles *ff*. (Ces fils se prolongent sur une longueur d'environ 15^m.)

» Le résonateur R, pour lequel j'ai employé le dispositif utilisé par M. Nils Strindberg [1], est placé perpendiculairement à la direction des fils parallèles. Il est muni d'un micromètre qui fonctionne par le moyen d'une vis différentielle dont les pas sont respectivement $1^{mm},25$ et 1^{mm}; comme la tête de vis porte 180 divisions égales, chaque division correspond à $\frac{1}{720}$ de millimètre.

» Au lieu de déplacer le résonateur le long des fils, on le laisse au repos et l'on fait mouvoir un pont mobile P placé sur ceux-ci; on détermine la distance explosive au micromètre pour une série de positions équidistantes du pont et l'on construit une courbe dont les abscisses sont proportionnelles aux chemins *abcd* parcourus le long des fils et les ordonnées aux distances explosives correspondantes.

» La distance de deux maxima consécutifs, mesurée à l'échelle de la courbe, donnera la longueur d'onde cherchée.

» Les expériences ont été faites avec des résonateurs de même capacité, mais de self-inductions différentes. Celles-ci étaient formées par un fil de fer du diamètre de $\frac{1}{10}$ de millimètre disposé en rectangle. Voici les dimensions de ce rectangle pour chacun des quatre résonateurs employés :

Résonateur.	Dimensions.		
I	60^{cm}	sur	46^{cm}
II	50	»	38,3
III	40	»	30,7
IV	30	»	23

» Le dessin ci-dessous reproduit les courbes correspondantes.

» On peut se borner à considérer le premier ventre et à multiplier par deux la distance qui le sépare de l'origine pour obtenir la longueur d'onde correspondante λ.

» D'un autre côté, en se basant sur la longueur d'onde donnée par le premier résonateur, on peut calculer ce que seraient celles des autres si elles ne dépendaient que de leurs dimensions. Ces longueurs λ' seraient entre elles comme les racines carrées des self-inductions qui sont elles-mêmes sensiblement proportionnelles aux longueurs des rectangles qui les constituent. On peut ainsi dresser le Tableau suivant :

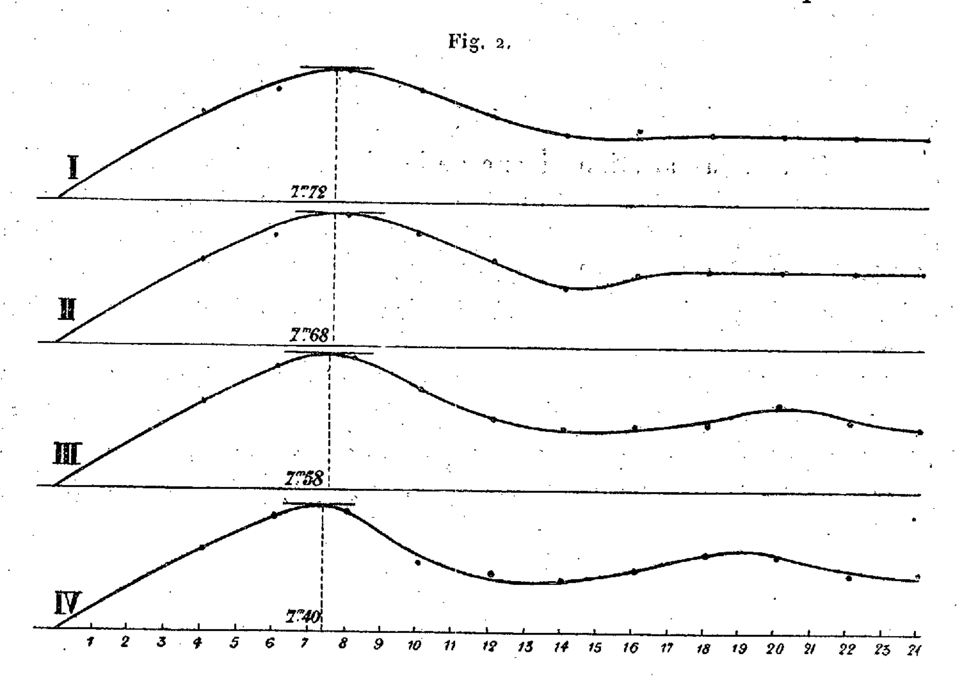
---

[1] Nils Strindberg, *Arch. de Genève*, 3e série, t. XXXI, p. 129; 1894.

Résonateur.	λ.	λ'.
I....................	15,44	15,44
II....................	15,36	14,09
III....................	15,16	12,60
IV....................	14,80	10,91

» On voit que λ peut être regardé comme sensiblement constant, c'est-à-dire que, dans les conditions des expériences, la longueur d'onde observée est à peu près indépendante du résonateur. Il reste cependant une

Fig. 2.



légère influence du résonateur qui se traduit par une diminution lente de la longueur d'onde; s'il était possible de mieux réaliser les conditions d'amortissement que l'on a cherché à remplir, on arriverait, sans doute, à la constance absolue de λ. Tous ces résultats sont entièrement conformes à la théorie émise par MM. Poincaré et Bjerknes (¹). »

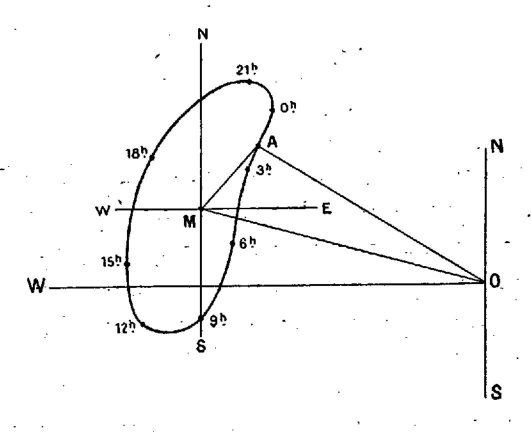
(¹) La première idée de ce travail remonte au mois d'avril 1894 (voir *Rapport sur l'École pratique des Hautes Études*, 1893-1894). Il n'a pu être exécuté, faute d'espace, que l'année suivante, dans la galerie de 60m du nouveau laboratoire des Recherches physiques à la Sorbonne.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur la variation diurne de la direction du vent.* Note de M. **Alfred Angot**, présentée par M. Mascart.

« Dans un travail déjà ancien sur la variation diurne de la pression ([1]), j'ai déduit, de l'étude du terme diurne de cette variation, qu'il devait se produire chaque jour un mouvement oscillatoire de l'air de l'équateur vers les pôles et inversement. Aux latitudes moyennes, et dans les couches basses de l'atmosphère, ce mouvement augmenterait la fréquence relative des vents de sud pendant la première partie du jour et celle des vents de nord pendant la seconde.

» Pour étudier la variation diurne de la direction du vent, il faut disposer de stations où cette direction ne puisse aucunement être affectée par les reliefs du sol. Les observations faites depuis six ans au sommet de la tour Eiffel sont peut-être les seules qui satisfassent à cette condition d'une manière parfaite; j'ai donc cherché si elles indiqueraient une variation diurne régulière.

» J'ai calculé la résultante géométrique de tous les vents qui ont été observés, à une même heure, dans chacun des mois de la période considérée. Cette résultante est représentée, en grandeur et en direction, par un vecteur OA; l'extrémité A de ce vecteur décrit, dans le cours de la journée, une certaine courbe, qui représente la variation diurne de la direc-



([1]) *Annales du Bureau central météorologique pour* 1887, t. I, p. B. 305; Paris, 1889.

tion du vent. L'exemple cité ici se rapporte à la moyenne des trois mois d'été (juin, juillet et août) pendant les six années 1890-1895. Les points marqués 0^h, 3^h, 6^h, etc., joints au point O donnent la direction du vent aux différentes heures de la journée, comptées depuis minuit.

» D'autre part, la direction moyenne du vent pendant la journée entière (WNW dans l'exemple cité) est représentée, de la même manière, par le vecteur OM.

» La direction OA du vent à une heure quelconque peut être considérée comme la résultante du *vent moyen* OM et d'une *composante diurne* MA qui décrit, dans le cours de la journée, une rotation complète autour du point M. Sans entrer, pour le moment, dans le détail du phénomène, qui sera étudié autre part, il suffira de faire remarquer que, d'accord avec les prévisions rappelées plus haut, la composante diurne est méridionale dans la première partie de la journée, de 5^h à 17^h, et septentrionale le reste du temps.

» Le Tableau ci-dessous donne, pour chaque mois, de trois en trois heures, les valeurs de la composante de MA suivant le méridien, le signe + correspondant à une composante septentrionale, et le signe — à une composante méridionale.

h	Janv.	Février.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juillet.	Août.	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
0 (minuit).	−14	−31	− 4	−16	+40	+ 87	+107	+120	+11	− 3	−50	−21
3........	+ 4	−27	−30	−30	+19	+ 44	+ 42	+ 39	+ 3	− 9	+ 5	−43
6........	+37	−23	−45	−38	−15	− 57	− 40	− 18	−35	−13	+ 7	−25
9........	+23	−57	−43	−18	−48	−109	−127	−123	−81	−31	− 2	−21
12 (midi)..	− 4	−14	+10	−17	−54	−102	−136	−121	−51	− 8	+16	−17
15........	− 4	+76	+37	+ 4	−14	− 43	− 65	− 69	+16	+34	+39	+51
18........	−13	+54	+48	+60	+15	+ 60	+ 72	+ 36	+74	+13	+ 3	+70
21........	−31	+21	+26	+55	+56	+120	+146	+137	+63	+17	−19	+ 6

» Dans toute la saison chaude, le phénomène est très net : les nombres qui représentent la valeur probable, ou, plus exactement, le *poids* de la composante considérée, sont très grands et suivent une marche régulière.

» En hiver, les heures d'inversion doivent se déplacer un peu, ce que l'on vérifie encore; l'amplitude de la variation est bien moindre; enfin, cette variation est souvent masquée ou renversée par le passage des dépressions barométriques. Il faudrait donc un nombre d'années beaucoup plus grand pour déterminer, en cette saison, la loi du phénomène. Cette loi reste cependant encore apparente : dans tous les mois, sauf janvier et novembre, la projection de la composante diurne sur le méridien est

franchement négative (sud) à 6^h et 9^h du matin; elle est, au contraire, positive (nord) à 6^h et 9^h du soir. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sels basiques de cadmium*. Note de M. **Tassilly**, présentée par M. Troost.

« L'action des oxydes métalliques sur les sels haloïdes correspondants m'a fourni deux nouveaux composés du cadmium, un oxybromure et un oxyiodure.

» Ces corps ont été obtenus en chauffant à 200°, en tube scellé, une solution concentrée de bromure ou d'iodure en présence d'oxyde de cadmium.

» Les rendements sont extrêmement faibles. Les corps obtenus sont nettement cristallisés et agissent sur la lumière polarisée. L'analyse a donné, pour l'oxyiodure, la formule $CdI^2 CdO.3H^2O$.

	Trouvé.	Calculé.
Iode	46,45 / 46,62	46,35
Cadmium	41,07	40,87

» Ce corps est peu attaquable par l'eau. A 120°, il ne varie pas de poids ni dans un courant d'azote ni dans un courant d'air, privé d'acide carbonique et de vapeur d'eau.

» En lumière parallèle, les cristaux présentent une extinction parallèle à l'axe longitudinal. En lumière convergente, on observe une lemniscate. Le cristal est biréfringent à axes très écartés.

» L'oxybromure se présente en cristaux très petits, répondant à la formule $CdBr^2 CdO.3H^2O$ et agissant sur la lumière polarisée.

	Trouvé.	Calculé.
Brome	36,44	35,2
Cadmium	48,90	49,3

» Je rappellerai que M. de Schulten [1] a obtenu vers 200°, en tube scellé, par l'action du marbre sur le chlorure ou le bromure de cadmium, un oxychlorure et un oxybromure, tous deux cristallisés et répondant res-

---

(1) *Comptes rendus*, t. CVI, p. 1674.

pectivement aux formules $CdCl^2 CdO.H^2O$ et $CdBr^2 CdO.H^2O$. Leur stabilité à chaud lui a fait attribuer à ces corps les constitutions

$$Cd\begin{cases}Cl\\OH\end{cases} \quad \text{et} \quad Cd\begin{cases}Br\\OH\end{cases}.$$

» M. Habermann [1] a obtenu un oxychlorure amorphe de même formule en ajoutant de l'ammoniaque à une solution froide de chlorure de cadmium, tant qu'il se fait un précipité. On porte ensuite à l'ébullition, on laisse reposer, et l'on sépare le précipité qu'on sèche sur chaux vive sous cloche.

» En opérant de la même façon sur le bromure et sur l'iodure, j'ai obtenu deux composés répondant à des formules définies, mais la préparation de ces corps exige quelques précautions. En effet, si l'on verse de l'ammoniaque concentrée dans des solutions de chlorure et bromure au $\frac{1}{5}$ et d'iodure au $\frac{1}{7}$, on obtient en même temps un sel basique et un sel ammoniacal dont la séparation est difficile. En opérant sur des solutions plus étendues ($\frac{1}{10}$) et en ajoutant de l'ammoniaque également diluée (ammoniaque à 22° étendue de son volume d'eau), on obtient d'abord un précipité de sel basique, et, après décantation, il se forme dans l'eau-mère des cristaux de sel ammoniacal. On peut même éviter la formation des sels ammoniacaux en limitant strictement la proportion d'ammoniaque.

» Les sels ammoniacaux obtenus dans ces conditions répondent aux formules $CdCl^2 2AzH^3$, $CdBr^2 2AzH^3$, $CdI^2 2AzH^3$.

» Ces corps sont identiques à ceux obtenus par dissolution des sels de cadmium correspondants, dans l'ammoniaque.

» Les sels basiques obtenus par ce procédé sont du même type que l'oxychlorure de M. Habermann, ils sont formés à molécules égales et renferment également une molécule d'eau.

» L'oxybromure $CdBr^2 CdO.H^2O$ et l'oxyiodure $CdI^2 CdO.H^2O$ ont donné à l'analyse :

	Trouvé.	Calculé.		Trouvé.	Calculé.
Bromure.........	37,14	38,29	Iode............	49,77	49,63
Cadmium........	54,23	53,58	Cadmium........	43,54	43,75

» Les sels basiques de cadmium obtenus par précipitation sont décomposables par l'eau.

(1) *Monatshefte*, t. V, p. 432, et *Bull. Soc. chim.*, 2e série, t. XLIV, p. 122.

» Je ferai remarquer que, dans l'action de l'ammoniaque sur les sels de cadmium dissous, les proportions de sels basiques obtenues vont en décroissant de l'oxychlorure à l'oxyiodure tandis qu'au contraire les proportions de sel ammoniacal vont en croissant du chlorure à l'iodure.

» Le chlorure paraîtrait donc donner plus facilement un sel basique qu'un sel ammoniacal, l'inverse aurait lieu pour l'iodure. L'étude thermochimique de ces divers corps dont je m'occupe actuellement donnera sans doute la raison de ces faits.

» En terminant, il y a lieu de faire observer que les sels basiques de cadmium sont toujours formés à molécules égales, contrairement à ce qui se passe pour les sels de zinc, qui sont susceptibles de fixer un nombre variable de molécules d'oxyde pour donner naissance à des sels ne répondant pas à un type général, comme cela existe pour un certain nombre de métaux. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Recherches sur le sulfure de strontium et méthode pour l'obtenir très phosphorescent.* Note de M. **José Rodriguez Mourelo.**

« Il y a déjà quelques années, M. Verneuil (*Comptes rendus*, t. CII, p. 600, et t. CIV, p. 501) démontra l'influence que diverses substances exerçaient sur l'intensité de phosphorescence du sulfure de calcium. En m'appuyant sur des résultats de ces excellents travaux, j'ai étudié d'assez près les conditions de phosphorescence du sulfure de strontium, en employant les méthodes préconisées pour obtenir ce corps dans ces conditions, et voici les résultats, faciles à contrôler, auxquels j'ai abouti :

» 1° *Obtention du sulfure de strontium en réduisant le sulfate artificiel par le charbon.* — Nous avons mélangé 250gr de ce sulfate avec 40gr de noir de fumée purifié et une suffisante quantité d'empois d'amidon pour former une pâte épaisse. Cette pâte, nous la réduisons en boulettes de la grosseur d'un pois, que nous avons placées dans un creuset de terre et recouvertes d'une couche de charbon; après quoi nous avons, durant cinq heures, chauffé le creuset au rouge vif, dans un fourneau à gaz système Flechter. Par ce moyen, nous avons obtenu un sulfure blanc, assez dur et absolument dépourvu de pouvoir phosphorescent : pulvérisé, mêlé avec de l'amidon et calciné dans les conditions ci-dessus exposées, après une exposition d'une demi-seconde à la lumière directe, mais sans insolation, il acquit une certaine phosphorescence d'un blanc verdâtre. Ce produit contenait une faible quantité de sulfate de strontium.

» 2° 100gr de carbonate de strontium commercial, qui contenait des carbonates alcalins, furent soigneusement mélangés avec 31gr de fleur de soufre; nous mîmes ce mélange dans un creuset de terre, et nous le couvrîmes d'amidon pulvérisé. Le tout

fut exposé, durant six heures, à une haute température, comme nous l'avions fait dans la première expérience.

» Il en résulta un sulfure de strontium blanc, granulé, beaucoup plus phosphorescent que le premier, obtenu en réduisant le sulfate par le charbon; la couleur de cette phosphorescence était vert bleu très clair, et une très courte exposition au jour suffisait pour la provoquer : la lumière électrique et le gaz suffisaient à produire la phosphorescence, mais avec une moindre intensité que ne le faisait la lumière du jour.

» 3° Dans un tube de porcelaine, nous plaçons 50^{gr} de carbonate de strontium commercial et nous laissons passer à travers ce tube un courant lent d'acide sulfhydrique sec. Ce tube est exposé pendant trois heures à une haute température et refroidi au moyen d'un courant aussi lent d'hydrogène, que nous faisons passer à l'intérieur. Le sulfure de strontium, que nous obtenons ainsi, est blanc, granulé, et dépourvu de pouvoir phosphorescent et presque pur. Calciné durant quatre heures, à la température du rouge très vif, dans un creuset de terre, il acquiert, après une exposition de trois secondes à la lumière diffuse, une phosphorescence verdâtre intense et persistante. L'aspect extérieur du sulfure n'avait changé en rien après la calcination.

» 4° Nous avons voulu voir si la méthode de Verneuil était applicable dans le cas qui nous occupe. Nous avons pris 145^{gr} de carbonate de strontium en poudre et nous les avons arrosés de 50^{cc} d'eau distillée, contenant en dissolution 2^{gr} de carbonate de sodium et $0^{gr},12$ de chlorure de sodium; après avoir séché cette pâte à l'air, nous l'avons calcinée à une haute température dans un creuset de terre pourvu d'orifices latéraux. La strontiane impure, ainsi préparée, nous l'avons mêlée à 31^{gr} de fleur de soufre et $0^{gr},2$ de sous-nitrate de bismuth et nous avons chauffé ce mélange pendant quatre heures à une haute température, dans un creuset de terre enfermé dans un fourneau à gaz. Après que le creuset se fut refroidi, nous avons obtenu une matière de couleur peu homogène, d'un blanc tirant sur le vert, granulée et peu résistante à la pression. Ce sulfure de strontium est beaucoup plus phosphorescent que les antérieurs, et la couleur vert bleu de sa phosphorescence est beaucoup plus intense. Une courte exposition à la lumière diffuse ou à la lumière artificielle suffit pour que la phosphorescence soit déjà très visible dans l'obscurité, et une seconde d'insolation directe produit une phosphorescence qui dure longtemps et dont la durée dépasse parfois une heure.

» 5° Après plusieurs essais, j'eus l'idée de modifier la méthode antérieurement employée et je recourus à un procédé qui permet d'obtenir un sulfure de strontium doué d'une phosphorescence magnifique, d'un vert bleu, et si intense qu'après moins d'une seconde d'insolation elle est déjà perceptible à l'ombre, sans qu'il soit nécessaire de mettre le corps dans l'obscurité. J'ai pris 285^{gr} de carbonate de strontium commercial impur, 62^{gr} de fleur de soufre, 4^{gr} de carbonate de sodium cristallisé, $2^{gr},5$ de chlorure de sodium et $0^{gr},4$ de sous-nitrate de bismuth : le mélange bien pulvérisé, je l'ai mis dans un creuset de terre en l'y comprimant et le recouvrant d'une couche d'amidon en poudre grossière; cette couche ne dépasse pas 2^{cm}. Le creuset placé dans un four est chauffé au rouge vif, par un feu de coke, durant cinq heures et ensuite on le laisse se refroidir lentement, pendant dix ou douze heures, après quoi l'on tire du creuset un aggloméré presque blanc, granulé et friable, doué d'un

puissant pouvoir phosphorescent que la moindre lumière suffit à provoquer. La lumière diffuse du laboratoire suffit à faire briller le sulfure de strontium dans l'obscurité et derrière les vitres de l'armoire où se trouve placé le flacon qui le contient, produisant, dans ce cas, une clarté blanchâtre.

» Comme l'avait déjà remarqué M. Verneuil, j'ai pu observer que la plupart de tous les sulfures de strontium que j'ai préparés perdent leur pouvoir phosphorescent lorsqu'on les pulvérise, mais que, dans certains cas, ces sulfures pulvérisés, mélangés avec de l'amidon et chauffés au rouge très vif pendant cinq heures, peuvent redevenir susceptibles de phosphorescence.

» J'ai l'intention de faire connaître, dans des Notes semblables à celle-ci, les résultats des nombreuses expériences que j'ai faites sur les sulfures métalliques phosphorescents. L'étude de cette curieuse propriété m'est facilitée par la quantité déjà considérable de produits obtenus, à l'examen desquels je me consacre actuellement ([1]). »

THERMOCHIMIE. — *Étude thermique des acétylènes mono et disodé.* Note de M. Camille Matignon.

« J'ai indiqué récemment (*Comptes rendus*, p. 775) le mode opératoire à suivre pour obtenir à l'état pur le carbure de sodium et l'acétylène monosodé. Ces deux corps sont décomposés par l'eau ou les acides étendus avec mise en liberté d'acétylène; j'ai utilisé cette réaction pour déterminer leur chaleur de formation.

» Ces substances en poudre tombant à la surface de l'eau du calorimètre éprouvent toujours une décomposition explosive avec mise en liberté de charbon. On réussit à régulariser la décomposition en plaçant l'acétylure comprimé dans une petite cloche en verre renversée, maintenue dans l'eau du calorimètre. Avant l'expérience, la partie inférieure de la cloche plonge dans un petit godet de mercure qu'il suffit d'abaisser au moment convenable pour mettre en contact la substance et le liquide; la réaction se produit alors régulièrement.

» *Acétylène monosodé* C^2HNa. — Dans trois expériences, l'acétylène monosodé est décomposé par une solution étendue d'acide chlorhydrique

C^2HNa sol. + HCl diss. = C^2H^2 gaz. + $NaCl$ diss. .... $+28^{Cal},3$

([1]) Travail fait au laboratoire de l'École centrale des Arts et Métiers à Madrid.

» Dans une quatrième expérience, on opère avec l'eau pure

$$C^2HNa \text{ sol.} + H^2O = C^2H^2 \text{ gaz.} + NaOH \text{ diss.} \dots\dots \quad +14^{Cal},5$$

» En tenant compte de la chaleur de neutralisation de l'acide chlorhydrique, la dernière expérience donne

$$C^2HNa \text{ sol.} + HCl \text{ diss.} = C^2H^2 \text{ gaz.} + NaCl \text{ diss.} \dots\dots \quad +28^{Cal},2$$

qui concorde avec le premier résultat.

» On déduit, pour la chaleur de formation calculée d'après la chaleur de combustion de l'acétylène (¹),

$$C^2 \text{ diam.} + H + Na \text{ sol.} = C^2HNa \text{ sol} \dots\dots \quad -29^{Cal},2$$

» *Carbure de sodium* C^2Na^2. — Une seule expérience a donné

$$C^2Na^2 \text{ sol.} + 2HCl \text{ diss.} = C^2H^2 \text{ gaz.} + 2NaCl \text{ diss.} \dots\dots \quad +64^{Cal},96$$

d'où l'on déduit

$$C^2Na^2 \text{ sol.} + 2H^2O = C^2H^2 \text{ gaz.} + 2NaOH \text{ diss.} \dots\dots \quad +37^{Cal},6$$

nombre identique à la valeur obtenue par M. de Forcrand (²).

» La chaleur de formation correspondante est de $-8^{Cal},8$,

$$C^2 \text{ diam.} + Na^2 \text{ sol.} = C^2Na^2 \dots\dots \quad -8^{Cal},8$$

» Les résultats précédents permettent de calculer les réactions de substitutions suivantes :

$$C^2H^2 \text{ gaz.} + Na = C^2NaH \text{ sol.} + H \dots\dots \quad +28^{Cal},9$$
$$C^2H^2 \text{ gaz.} + Na^2 = C^2Na^2 \text{ sol.} + H^2 \dots\dots \quad +49^{Cal},3$$

» La première acidité de l'acétylène est tout à fait comparable à celle des alcools tertiaires, la seconde est notablement plus faible ; aussi les alcools sont-ils décomposés par le carbure de sodium avec mise en liberté d'acétylène et formation d'alcoolates.

» Les acétylènes sodés sont endothermiques, ils conservent l'un et l'autre une portion de l'énergie interne accumulée dans la molécule d'acétylène ; aussi, quand on élève leur température sans précaution spéciale, ils se décomposent l'un et l'autre avec mise en liberté de charbon. Ils

---

(¹) Berthelot et Matignon, *Comptes rendus*, t. CXVI, p. 1333.
(²) *Comptes rendus*, t. CXX, p. 1216.

n'ont aucune sensibilité au choc ou au frottement et peuvent être maniés sans danger. Mélangés avec des agents oxydants, ils forment des mélanges très fortement explosifs, la plupart très sensibles au frottement [1]. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Contribution à l'étude de la préparation de l'éther ordinaire*. Note de M. L. PRUNIER.

« Dans l'étude de la préparation de l'éther ordinaire au moyen de l'acide sulfurique et de l'alcool, les différents observateurs se sont préoccupés du rôle de l'acide sulfurique, de l'acide sulfovinique et, accessoirement, de celui de l'éther sulfurique neutre (sulfate diéthylique), mais on ne faisait pas entrer en ligne de compte la présence des acides sulfoniques et des dérivés sulfonés.

» 1. Ce groupe de corps se rencontre pourtant en quantité déjà notable dans l'éther ordinaire du commerce, où de simples lavages à l'eau suffisent à le séparer du produit, et, plus abondamment encore, dans les résidus de fabrication de cet éther.

» 2. On les trouve aussi, en proportion considérable, dans les huiles qui ont servi à la rectification du produit brut. Ils existent, par conséquent, dans le liquide complexe, connu sous le nom d'*huile douce de vin*, dans lequel on a noté déjà la présence des carbures polyéthyléniques et celle du sulfate neutre d'éthyle.

» 3. Par expérience directe on peut vérifier la production de plusieurs dérivés sulfonés, aux dépens de l'acide sulfovinique, ou encore dans la préparation de l'éther, surtout vers la fin de l'opération.

» Pour écarter les dérivés formés à partir de l'acide sulfurique proprement dit, il suffit, par exemple, de chauffer vers $+140^\circ$ de l'acide sulfovinique avec de l'acide sulfurique suffisamment dilué (trois ou quatre molécules d'eau) pour ne plus se prêter à la formation de l'acide sulfovinique, puis on ajoute un peu d'alcool.

» On constate alors la formation d'une petite quantité d'éther ordinaire et de plusieurs dérivés sulfonés, de volatilité variable. Quelques-uns sont assez volatils pour passer avec l'éther à la distillation.

» 4. Les dérivés sulfonés se produisent en plus grande abondance quand la température dépasse $+140^\circ$ et surtout quand on prend l'acide sulfurique non dilué.

---

(1) Institut de Chimie de Lille, laboratoire de Chimie générale.

» C'est le cas de la préparation classique de l'éthylène. En se plaçant dans les conditions habituelles, si l'on vient à arrêter l'opération quand la liqueur se fonce et va virer au noir (température : $+165°$ à $+175°$ environ), ce qui a lieu précisément avant le dégagement de l'éthylène, un traitement approprié permet de constater à ce moment la présence d'une forte proportion de composés sulfonés qui existent dans la liqueur à côté de l'acide sulfurique en excès, avec des traces d'acide sulfovinique, d'éther sulfurique neutre, de composés polyéthyléniques, et aussi d'acide sulfureux.

» 5. Pour caractériser les acides sulfoniques et les dérivés sulfonés en présence de l'acide sulfurique et des éthers sulfuriques, mono et diéthylique, on commence par éliminer l'acide sulfureux, s'il en existe à l'état libre, par ébullition en liqueur aqueuse acide, et l'on prolonge l'ébullition de manière à décomposer en totalité l'acide sulfovinique et l'éther sulfurique neutre, puis on sature par l'eau de baryte.

» La liqueur filtrée retient les dérivés sulfonés. On évapore presque à sec et l'on attaque le résidu par le permanganate et l'acide nitrique qui oxydent les composés sulfonés dont le soufre passe à son tour à l'état d'acide sulfurique, facile à reconnaître et même à doser sous forme de sulfate de baryte.

» 6. Cette production de dérivés sulfonés, constatée dans la préparation de l'éthylène et dans celle de l'éther ordinaire, pour laquelle leur rôle ne paraît pas négligeable, nous semble offrir quelque intérêt, notamment à propos de la théorie générale de la formation de l'éther ordinaire et des éthers mixtes.

» C'est ce que nous nous proposons de montrer dans une seconde Note qui sera prochainement présentée à l'Académie. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de l'hydrate de chloral sur la phénylhydrazine. Diphénylglyoxazol et ses dérivés.* Note de M. **H. Causse**, présentée par M. Armand Gautier.

« M. Reisseneyger a étudié, il y a quelques années [1], l'action de l'hydrate de chloral sur la phénylhydrazine. Sans descendre dans les détails, il conclut que la combinaison obtenue n'est pas analysable, tant la décomposition spontanée est rapide. De fait, la réaction donne d'abord naissance à un corps cristallisé très instable, le trichloréthylidène-diphé-

(1) *Bericht. D. chem. Gesel.*

nylhydrazine, mais aussitôt formé, il abandonne l'élément halogène, et suivant la nature du milieu, la perte est partielle ou totale. Le départ du chlore rappelant dans ce cas la décomposition subie par l'hydrate de chloral en présence des phénols polyvalents, et en particulier de la résorcine qui donne l'acétal glyoxylique (1), nous avons envisagé les composés obtenus comme des dérivés d'un noyau spécial, le diphénylglyoxazol. Il résulterait lui-même de l'union de deux molécules de phénylhydrazine avec une molécule d'aldéhyde glyoxylique, union suivie d'élimination d'eau.

$$\underbrace{\begin{matrix} CHO \\ | \\ CHO \end{matrix}}_{\text{Aldéhyde glyoxylique.}} + \underbrace{2C^6H^8Az^2}_{\text{Phénylhydrazine.}} = \underbrace{C^6H^5.HAz - Az \left\langle \begin{matrix} H \\ | \\ C \\ | \\ C \\ | \\ H \end{matrix} \right\rangle Az - AzH.C^6H^5}_{\text{Diphénylglyoxazol.}} + 2H^2O.$$

» Trichloréthylidène-diphénylhydrazine :

$$C^6H^5.HAz - AzH - \begin{matrix} H \\ | \\ C \\ | \\ C - Cl^3 \end{matrix} - HAz - AzH.C^6H^5.$$

Ce composé, pivot des dérivés que nous décrivons plus loin, se forme lorsque la phénylhydrazine est mise au contact de l'hydrate de chloral; on obtient le plus souvent des cristaux dont l'existence est passagère. Au sein de l'eau, ou à l'air, ils perdent le chlore sous forme d'acide chlorhydrique et deviennent amorphes. Cette circonstance ne nous a pas permis d'établir la composition desdits cristaux, mais celle-ci se déduit aisément de ses produits de dédoublement, le chloro- ou l'hydroxydiphénylglyoxazol.

» Pour l'obtenir, on introduit 20^{gr} de phénylhydrazine dans 1^{lit} de solution de chlorure d'ammonium au $\frac{1}{5}$, le mélange est porté à l'ébullition et maintenu quelques minutes à cette température pour transformer la phénylhydrazine en chlorhydrate; on laisse refroidir et l'on ajoute avec précaution 10^{gr} d'hydrate de chloral dissous dans 100^{cc} d'eau distillée.

» Il se forme un liquide laiteux; en quelques heures, le fond du vase est garni de cristaux incolores. L'eau-mère est alors enlevée, le précipité est lavé, séparé et essoré; de blanc qu'il était, il passe immédiatement au jaune, en même temps apparaissent les vapeurs d'acide chlorhydrique; lorsque le dégagement a cessé, il reste une masse solide, friable, ayant l'aspect du noir d'aniline; mélange fort complexe de produits chlorés et hydroxylés.

---

(1) *Ann. de Phys. et de Chim*; 1890.

» CHLORODIPHÉNYLGLYOXAZOL. $C^6H^5.HAz - Az\langle C(H) - C(Cl) \rangle Az - AzH.C^6H^5$.

— On le prépare par l'action de l'hydrate de chloral sur le phosphate de phénylhydrazine en solution hydroglycérique, réactif que nous avons déjà décrit ([1]).

» On en prend un litre, et on l'additionne par petites portions de 100^{cc} d'une solution d'hydrate de chloral au $\frac{1}{10}$. Il se forme d'abord des cristaux, bientôt suivis d'un dépôt floconneux brun qui peu à peu passe au rouge; l'eau-mère est décantée, le précipité est lavé, séparé et séché à l'air.

» Le chlorodiphénylglyoxazol constitue une poudre cristalline d'un rouge intense, insoluble dans l'eau froide ou chaude, soluble dans l'alcool, l'éther et le chloroforme. Il abandonne très facilement l'atome de chlore qu'il contient lorsqu'on le traite par les alcalis ou par l'anhydride acétique. L'eau de baryte alcoolisée, ou une solution alcoolique d'acétate de plomb, donnent, dans le premier cas, un précipité orangé; dans le second, rouge intense, ne contenant pas de chlore. A l'analyse, il a fourni des nombres s'accordant avec la formule adoptée:

	Trouvé.	Calculé pour $C^{14}H^{13}Az^4Cl$.
C	61,9 — 61,8	61,6
Cl	12,2 — 12,3	12,6

» HYDROXYDIPHÉNYLGLYOXAZOL. $C^6H^5.HAz - Az\langle C(H) - C(OH) \rangle Az - AzH.C^6H^5$.

Le dérivé hydroxylé s'obtient de la même manière que le composé chloré, mais en remplaçant le phosphate par la solution hyposulfitique de phénylhydrazine, dont nous avons donné antérieurement la préparation ([2]).

» Les phénomènes sont identiques, cependant il se dépose rarement des cristaux, le plus souvent on obtient une substance brun-rouge, mélangée de composé chloré et hydroxylé, qui perd rapidement l'élément halogène pour laisser un dépôt orangé.

» L'hydroxyphénylglyoxazol, lavé à l'eau chaude et séché à l'air, est

([1]) *Comptes rendus;* 1897.
([2]) *Comptes rendus;* 1897.

une poudre cristalline de couleur orangée, ayant les mêmes propriétés que le dérivé chloré. Il fond à 146° et donne à l'analyse les nombres suivants :

	Trouvé.	Calculé pour $C^{14}H^{14}Az^4O$.
C	65,9 — 65,8	66,1
Az	21,2 — 21,4	21,8

» ANTIMONITE D'OXYDIPHÉNYLGLYOXAZOL. $C^{28}H^{27}Az^8O^3Sb$. — Il s'obtient par l'action de l'hydrate de chloral sur le tartrate double d'antimoine et de phénylhydrazine.

» On dissout 25gr de tartrate dans un litre d'eau distillée, on chauffe au bain-marie et l'on fait arriver une solution de chloral au $\frac{1}{10}$, environ 100cc. Il se forme, à la surface du liquide, un anneau rouge semi-fluide qui par refroidissement se solidifie. Après l'avoir détaché, il est pulvérisé, lavé à l'eau distillée, enfin séché à l'air.

» L'antimonite se présente sous la forme d'une poudre cristalline rouge écarlate, insoluble dans les solvants usuels, et facilement dédoublée par les acides ou les alcalis en oxyde d'antimoine et hydroxydiphénylglyoxazol. Analyse :

	Trouvé.	Calculé pour $C^{28}H^{27}Az^8O^3Sb$.
Sb	18,5 — 18,4	18,8

» DÉRIVÉ BARYTIQUE. $Ba\begin{cases} C^{14}H^{12}Az^4 - O - C^{14}H^{13}Az^4 \\ C^{14}H^{12}Az^4 - O - C^{14}H^{13}Az^4 \end{cases}$. — Il se forme par l'action de l'eau de baryte, additionnée de son volume d'alcool, sur une solution alcoolique de chloro, ou d'hydroxydiphénylglyoxazol. Cristaux microscopiques jaune orangé, insolubles dans presque tous les dissolvants. Analyse :

	Trouvé.	Calculé pour $C^{56}H^{50}Az^8O^2Ba$.
Ba	11,6 — 11,7 — 11,5	11,2

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'intervention du manganèse dans les oxydations provoquées par la laccase.* Note de M. **Gabriel Bertrand**, présentée par M. Duclaux.

« Comme j'ai déjà eu l'occasion de le faire remarquer ([1]), le ferment soluble oxydant de l'arbre à laque, la laccase, donne par incinération des cendres relativement riches en oxyde de manganèse.

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXII, p. 1132; 1896.

» En combinant l'emploi du colorimètre avec la réaction de Hoppe-Seyler, réaction qui consiste à transformer le manganèse en acide permanganique par le bioxyde de plomb et l'acide nitrique, j'ai trouvé qu'un gramme de laccase, extrait de la laque annamite, contenait :

Eau d'hydratation	0,072
Cendres	0,046
Manganèse	0,00117

soit une proportion de manganèse voisine de 2,5 pour 100 du poids des cendres.

» Depuis, j'ai soumis une solution aqueuse de cette laccase à une précipitation fractionnée par l'alcool, et j'ai obtenu ainsi deux nouveaux échantillons de ferment dont l'un était plus actif et l'autre moins que la laccase primitive. Or, en comparant entre eux tous ces échantillons, j'ai observé que leur activité oxydante variait dans le même sens que leur teneur en manganèse.

» Ainsi, le volume d'oxygène fixé en une heure et demie, par 50^{cc} de solution d'hydroquinone à 2 pour 100, en présence de $0^{gr},200$ de produit, supposé sec, a été :

		cc
Avec l'échantillon	n° 1	19,1
»	n° 2	15,5
»	n° 3	10,6

tandis que les dosages de manganèse donnaient respectivement :

N° 1.	N° 2.	N° 3.
0,159 %	0,126 %	0,098 %

» Y avait-il là une simple coïncidence ou bien l'activité du ferment soluble était-elle due à la présence du manganèse ? C'est ce qu'il m'a paru important d'établir.

» Dans ce but, j'ai d'abord essayé d'éliminer tout le manganèse de la laccase dont je disposais. Mais, le problème étant sans doute trop délicat, je n'ai pu le résoudre encore d'une manière satisfaisante. Dans certains cas, la séparation du métal était trop incomplète (et l'on verra plus loin jusqu'où elle doit être poussée); dans les autres, le réactif modifiait en même temps la matière organique très altérable.

» Heureusement, j'avais une autre méthode. On sait que la laccase, ou tout au moins des substances très voisines, se rencontrent chez la généralité des plantes vertes ([1]). J'en ai donc extrait d'une série d'espèces différentes, en variant un peu le mode opératoire, et, vraisemblablement à la faveur d'une composition spéciale du suc cellulaire, j'ai pu obtenir, avec la

---

([1]) G. Bertrand, *Comptes rendus*, t. CXXI, p. 166; 1895.

luzerne, un produit très pauvre en manganèse, peu actif dans ces conditions, mais qui reprenait son activité par addition d'une quantité minime d'un sel de manganèse. Ce produit a été préparé de la manière suivante :

» Plusieurs kilogrammes de luzerne ordinaire (*Medicago sativa* L.), récoltée au début de la floraison, ont été aussitôt broyés au mortier et soumis à la presse. Le jus, saturé de chloroforme, a été abandonné à la coagulation, dans l'obscurité. Après vingt-quatre heures, le suc a été filtré, puis additionné de deux volumes et demi d'alcool; le précipité, égoutté et repris par peu d'eau, a donné, par filtration, un liquide limpide, jaune pâle, d'où un excès d'alcool (environ 5 volumes) a séparé des flocons presque blancs, faciles à recueillir et qu'on a rapidement desséchés dans le vide.

» Cet échantillon de laccase, extrait de la luzerne, renfermait alors :

Eau d'hydratation (dosée à +110°)	12,4	pour 100
Matières organiques	42,4	»
Cendres	45,2	»

et une proportion de manganèse fort petite, inférieure à $\frac{1}{500000}$.

» En le dissolvant, à la dose de 0^{gr},100, dans 50^{cc} de solution d'hydroquinone, on n'observe, même après vingt-quatre heures d'agitation continue au contact de l'air, qu'une couleur rouge. Au contraire, si l'on ajoute à la même solution 1^{mgr} de manganèse (par exemple à l'état de sulfate), il suffit de deux heures environ pour voir apparaître les premiers cristaux de quinhydrone, témoins évidents de l'oxydation [1].

» L'expérience peut d'ailleurs être conduite quantitativement; on opère alors suivant la méthode que j'ai déjà décrite [1] et l'on mesure l'oxygène absorbé. On trouve ainsi, pour les proportions de substances indiquées ci-dessus, et une agitation uniforme de six heures, à la température ordinaire (vers 15°):

	cc
1° Avec le manganèse seul (expérience témoin)	0,3
2° Avec la laccase seule (de la luzerne)	0,2
3° Avec la laccase additionnée de manganèse	6,3

» J'ajouterai que le manganèse ne paraît remplaçable, d'une manière utile, par aucun autre métal, même par le fer. J'ai essayé, toujours à la dose de 1^{mgr} de métal, pris sous forme de sulfate :

» Le fer, l'aluminium, le cérium, le zinc, le cuivre, le calcium, le magnésium et le potassium.

» Dans aucun cas, le volume d'oxygène absorbé n'a dépassé quelques dixièmes de centimètre cube. Encore, cette légère oxydation peut-elle être

---

(1) *Comptes rendus*, t. CXX, p. 266; 1895.

attribuée à la très petite proportion de manganèse qui restait dans la laccase mise en expérience.

» Ces faits font ressortir l'importance physiologique du manganèse et définissent le rôle qu'il remplit chez les végétaux. La circonstance que le manganèse existe seulement en faible quantité chez les êtres vivants augmente, d'ailleurs, la portée de cette conclusion : elle dirige en effet l'attention sur toute une série de corps qui pouvaient passer jusqu'ici comme secondaires, parce qu'ils sont peu abondants, comme le manganèse, et qu'on ignore leur signification physiologique; par exemple : le zinc, illustré par l'expérience de Raulin; le bore, dont les recherches de Passerini (¹) et surtout de Jay (²) ont démontré la présence si générale chez les plantes, etc.

» Mais ces faits comportent encore d'autres conséquences. J'ai démontré, avec Mallèvre, que la pectase est incapable de transformer la pectine quand elle a été complètement débarrassée du calcium qui l'accompagne dans les sucs cellulaires; qu'en essayant de séparer ce ferment soluble du jus de carottes, à l'aide de l'alcool, on n'obtenait qu'un produit à peu près inerte, non seulement parce que l'alcool avait altéré en partie la substance organique, mais encore parce qu'il avait séparé celle-ci du principe minéral sans lequel elle est impuissante : il suffisait d'ajouter une trace d'un sel soluble de calcium à la solution de pectase pour lui rendre son activité (³). Aujourd'hui, j'arrive à des résultats analogues avec la laccase. C'est donc une nouvelle notion qui s'affirme et qui doit être étendue. Désormais, il faudra tenir compte, dans l'étude des ferments solubles, non seulement de cette substance, organique et très altérable, à laquelle nous attachions jusqu'ici toute l'idée du ferment soluble, mais encore de celles qu'on pourrait appeler *co-ferments* (ici minérales, là peut-être organiques), qui forment avec la première le système véritablement actif.

» Dans une prochaine Communication, j'apporterai des faits nouveaux qui, joints aux précédents, permettront d'interpréter la constitution chimique des oxydases (⁴). »

(¹) *Staz. Sper. Agrar.*, t. XX, p. 471; t. XXI, p. 20 et 565; 1893.
(²) *Comptes rendus*, t. CXXI, p. 896; 1895.
(³) *Comptes rendus*, t. CXIX, p. 1012; 1894, et t. CXX, p. 110; 1895.
(⁴) Travail du laboratoire de Chimie du Muséum.

ZOOLOGIE. — *Sur la faune des étangs de la côte orientale de la Corse.* Note de M. **Louis Roule**, présentée par M. Milne-Edwards.

« La côte orientale de la Corse est parsemée, sur la moitié de sa longueur environ, depuis Bastia jusqu'à la Solenzara, d'étangs assez nombreux qui communiquent avec la mer par le moyen d'étroits goulets. Ces étangs correspondent, pour la plupart, à d'anciens golfes, que la mer a barrés peu à peu, sur une étendue variable, à l'aide de dunes, grâce à la faible déclivité du littoral et à la nature des roches qui le forment. Ces dernières appartiennent au miocène, au pliocène, ou aux alluvions quaternaires; elles se composent surtout de grès, de poudingues et de marnes. La Corse possède encore, à cet égard, deux golfes-témoins, celui de Porto-Vecchio et le fiord de Bonifacio, qui ne se ferment point, car ils sont situés dans une région montagneuse, et leurs profondeurs se trouvent trop grandes pour permettre la production d'une barre. La manière d'être de ces golfes, sous le rapport de leur faune, autorise à concevoir comment les associations animales des étangs sont arrivées à se constituer.

» Les plus vastes et les plus importants de ces étangs sont au nombre de trois : celui de Biguglia, non loin de Bastia; ceux de Diana et d'Urbino, dans la région d'Aleria. Les autres, plus petits, ne diffèrent des premiers que par leur étendue moindre; les conditions de milieu et la faune sont identiques, sauf quelques particularités secondaires. Ces trois étangs principaux appartiennent à deux types. L'un est représenté par l'étang de Biguglia; entouré de plages basses, mesurant environ 11^{km} de longueur sur 1^{km} à 2^{km} de largeur, sa profondeur ne dépasse guère $1^{m},50$; sa cuvette, peu variable, est constituée, sauf plusieurs zones sableuses ou à cailloux roulés, par une vase d'odeur fétide, pétrie de coquilles vides, quelques-unes à demi-fossilisées. L'autre type est montré par les étangs de Diana et d'Urbino, semblables quant à la faune, mais différents par leur étendue, le premier ayant une surface moyenne de 800^{ha}, et le second de 2000^{ha}. Ces deux nappes d'eau sont circonscrites par des falaises assez élevées, gréseuses pour la majeure part, laissant entre elles quelques plages sablonneuses; leurs plus grandes profondeurs atteignent 12^{m} à 14^{m}. Aussi la cuvette se trouve-t-elle de nature diverse; sablonneuse ou rocheuse sur les bords et au pied des falaises, elle est vaseuse, comme à Biguglia, devant les ravins qui aboutissent à l'étang, et dans les parties les plus profondes.

» Ces étangs possèdent une faune composée de deux sortes d'animaux : ceux qui y sont établis en permanence, et ceux qui y pénètrent en venant de la mer. Ces derniers consistent surtout en Poissons, appartenant aux espèces littorales ou à celles qui remontent des grandes profondeurs pour se rapprocher des côtes et vivre à la surface : des *Muges*, des *Loups*, des *Dorades*, des *Anguilles*, des *Athérines*, etc. Parfois, des bandes de *Sardines* et d'*Anchois* entrent également, mais n'y demeurent pas très longtemps. Un choix se fait alors parmi ces espèces. Les unes restent non loin du goulet, dans les points proches de la mer, où la salure est la plus forte. Les autres, notamment les *Muges*, les *Loups* et les *Anguilles*, vont dans l'étang entier; des bordigues, ou des dragages avec des chaluts spéciaux, permettent de les recueillir en grande quantité.

» Les animaux, vivant d'une manière constante dans les étangs et capables de s'y reproduire, sont plus nombreux et plus variés; ils appartiennent à tous les groupes principaux, depuis les Poissons jusqu'aux Spongiaires. Il est même, parmi eux, des Méduses, dont la plus fréquente est le *Rhizostoma Cuvieri*, à tous les états de développement, depuis quelques millimètres jusqu'à 25 et 30^{cm} de diamètre. Les Lamellibranches et les Gastéropodes des eaux saumâtres, semblables à ceux des étangs littoraux de la Provence et du Languedoc, dominent de beaucoup; les plus abondants et les plus caractéristiques sont des *Cardium*, des *Venus*, des *Ostrea*, etc. En outre, les étangs, se trouvant dissemblables comme manière d'être, diffèrent entre eux, malgré cette uniformité générale, sous le rapport des animaux qu'ils contiennent. Ainsi, celui de Biguglia, dont la profondeur est très faible, renferme beaucoup d'Anguilles, et, en revanche, manque d'Huîtres. Par contre, ceux de Diana et d'Urbino, plus profonds et moins vaseux, sont moins riches, mais contiennent des Huîtres nombreuses. Ces dernières (*Ostrea lamellosa*) se fixent les unes sur les autres et composent de véritables petits bancs; un élevage à l'aide de collecteurs rendrait de grands services, en permettant de se fixer à toutes les larves qui essaiment, et, par là, en augmenter la production dans des proportions considérables.

» Une telle richesse de la faune est d'autant plus remarquable que les conditions de milieu, et notamment le degré de salure, changent beaucoup suivant les saisons. Pendant l'hiver et le printemps, les petits ruisseaux, qui aboutissent aux étangs, leur déversent en abondance de l'eau douce et les rendent saumâtres sur la plus grande part de leur étendue. Au contraire, durant l'été, ces apports d'eau douce sont moins considérables de

beaucoup, même nuls; l'évaporation étant très forte, à cause de la vaste surface et de la minime épaisseur, le degré de salure augmente, pour devenir plus élevé que celui de la mer. La plupart des animaux continuent à vivre, pourtant, et ne disparaissent pas. Il leur faut donc une grande plasticité pour résister à de pareilles alternatives, auxquelles les animaux marins, et ceux des eaux douces, sont soustraits.

» Il sera intéressant de comparer sur ce sujet, et je me propose de le faire dans mon travail définitif, la faune de ces étangs aux conditions variables à celle des golfes, comme ceux de Porto-Vecchio et de Bonifacio, où les conditions sont constantes. La première de ces faunes découlant de la seconde par une série d'éliminations successives des espèces trop délicates, accomplies à mesure que le golfe primitif se barrait, se transformait en étang, et que les circonstances extérieures devenaient plus changeantes, cette comparaison donnera lieu à des considérations intéressantes sur la capacité de résistance des diverses espèces à cet égard. Elle permettra de comprendre les procédés employés pour convertir une faune marine en une faune d'étangs alternativement saumâtres et sursalés. »

NOSOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur une maladie des Orchidées causée par le* Glœosporium macropus *Sacc.* Note de M. **Mangin**, présentée par M. Guignard.

« J'ai été consulté, il y a quelques mois, sur les causes du dépérissement d'un certain nombre d'Orchidées de serre appartenant aux genres *Cattleya* et *Lœlia*, et j'ai reconnu qu'il était dû à l'action de divers parasites dont deux surtout sont redoutables : l'un est une espèce encore indéterminée dont je n'ai pu obtenir que des sclérotes, sans trace de fructification, l'autre est le *Glœosporium macropus* Sacc. qui fera seul l'objet de cette Note.

» Les parties malades sont presque exclusivement les tiges, très rarement les feuilles. La maladie apparaît ordinairement à la base des pousses et s'étend progressivement de bas en haut : elle est caractérisée par une décoloration des tissus qui deviennent jaunâtres, puis fauves; en même temps la tige devient molle; elle cède sous le doigt, et si l'on déchire l'épiderme très résistant qui la protège, elle laisse exsuder un liquide incolore. A cet état, les feuilles portées par les tiges malades jaunissent et tombent, mais on n'aperçoit encore aucune fructification.

» Les sections pratiquées dans les tissus permettent seulement d'observer un mycélium cloisonné, incolore, dont les filaments cheminent dans les espaces intercellu-

laires et provoquent peu à peu la destruction des cloisons mitoyennes de pectate de chaux qui unissent les cellules entre elles; bientôt il ne reste plus, de la substance unissante, que les bords des cadres formés par les composés pectiques; le parenchyme s'émiette et, quand on colore par le rouge de ruthénium, les cadres pectiques apparaissent comme un réseau persistant au milieu des tissus dissociés.

» C'est quand la plante hospitalière est morte, et en voie de dessiccation, que les fructifications apparaissent; sous l'épiderme on aperçoit, çà et là, de petites proéminences tantôt isolées, tantôt groupées, qui noircissent et déchirent l'épiderme en laissant sortir, à travers la déchirure, un bouquet de filaments fixés sur un stroma développé entre la cuticule et la paroi externe des cellules épidermiques; ces filaments, cloisonnés, forment des basides et leurs ramifications, appliquées les unes contre les autres, se terminent chacune par une conidie cylindrique un peu arquée.

» La dimension des spores m'avait fait d'abord rapporter cette espèce au *Gl. cinctum*. En l'absence d'échantillons de cette dernière espèce, qui manque dans les collections du Muséum, j'ai prié M. Saccardo de vouloir bien comparer les fructifications que j'ai obtenues à celles qu'il a décrites. Il résulte de l'examen auquel il a bien voulu se livrer que la forme obtenue serait le *Gl. macropus,* trouvé par lui sur les feuilles de *Hoya carnosa* et de *Citrus Aurantium* et sur les hampes d'*Aloès*. Le *Gl. cinctum* B et C, trouvé sur les feuilles d'Orchidées non spécifiées, dans le Massachussets, ne paraît pas en différer beaucoup; mais l'absence d'échantillons, d'une part, et l'insuffisance de la diagnose, d'autre part, ne permettent pas de se prononcer avec certitude.

» D'ailleurs, les dimensions des basides, la forme des fructifications sont variables. Dans un milieu sec, les basides, assez courtes, ne dépassent pas 50μ; si l'atmosphère est humide, elles atteignent 100μ et 150μ; enfin, quand l'air est saturé d'humidité, elles s'allongent démesurément de manière à figurer des filaments mycéliens et développent, en divers points de leur longueur, de courts filaments insérés perpendiculairement à leur axe et se terminant par une conidie.

» Cette dernière forme de fructification s'observe exclusivement quand on enlève l'épiderme sur les régions malades; la surface des tissus, mise à nu, se revêt d'un feutrage de filaments courts, anastomosés, colorés en brun ou en brun verdâtre, d'où se détachent de longs filaments cloisonnés, portant, de distance en distance, de courts rameaux terminés chacun par une spore.

» J'ai réussi à reproduire la maladie par inoculation sur une des tiges de *Cattleya*, et j'ai obtenu successivement les mêmes altérations et les mêmes fructifications que sur les plants malades.

» Les conditions de l'infection peuvent être précisées par l'examen anatomique et la germination des conidies. Tandis que les feuilles, rarement atteintes, présentent de nombreux stomates, les tiges, qui sont le siège ordinaire de la maladie, ne présentent pas ces ouvertures et possèdent un épiderme à cuticule très épaisse; il paraît difficile d'admettre une pénétration du parasite par la perforation de l'épiderme. En effet, tous les essais d'inoculation réalisés en déposant les spores dans une goutte d'eau à la surface des tiges ont été négatifs. Je n'ai pu réussir qu'en introduisant les spores à travers une déchirure de l'épiderme. C'est donc par les blessures que le *Glœosporium* est introduit.

» Les tiges situées au contact des *Sphagnum*, d'autre part les blessures faites en arrachant les hampes florales sont les régions où l'humidité se maintient longtemps et où les spores peuvent germer, on conçoit alors que les blessures accidentelles faites en nettoyant les plants ou en les dédoublant constituent les voies d'accès du parasite; il suffit alors de quelques semaines pour que des serres entières soient ravagées, comme je l'ai observé aux environs de Paris.

» La germination des conidies est lente à 10° et ne se produit qu'au bout de vingt-quatre heures; à 20° elle est plus rapide et n'exige plus que huit ou neuf heures; elle ne se produit pas dans l'eau qui renferme des sels de cuivre à un état de dilution qui n'atteint pas $\frac{1}{10000}$, elle n'a pas lieu non plus dans l'eau chargée de naphtol β.

» Pour enrayer cette affection, qui a déjà causé chez les horticulteurs des pertes considérables, on peut prendre les précautions suivantes. On enlèvera avec soin toutes les parties mortes, et toutes les branches malades en badigeonnant les sections avec la bouillie bordelaise, puis on pulvérisera toute la serre avec du naphtol β en poudre mis en suspension dans l'eau, à raison de 4^{gr} par litre; tous les plants seront pulvérisés à la bouillie bordelaise. On visitera avec soin tous les pieds de *Lœlia* ou de *Cattleya* pour enlever et brûler toutes les parties qui présenteraient les petits points noirs formant les fructifications du *Glœosporium*. Enfin, il serait utile, pour éviter l'envahissement des serres par les parasites, de disposer l'une des serres ou une partie des serres en une sorte de lazaret destiné à conserver en quarantaine toutes les espèces nouvelles venues du dehors et ne les introduire, au bout de quelques mois, qu'avec patente nette, c'est-à-dire indemnes de toute affection parasitaire. Il arrive souvent en effet qu'un parasite, peu redoutable pour une espèce donnée, trouve dans d'autres espèces ou d'autres genres un milieu très favorable à son extension. »

GÉOLOGIE. — *Sur le mode de formation des dunes primaires de Gascogne.* Note de M. E. Durègne, présentée par M. Fouqué.

« L'exploration détaillée des principaux groupes de dunes primaires, dont j'ai donné la définition et l'énumération dans une précédente Communication ([1]), permet de ramener à une forme générale caractéristique le tracé de chacun des éléments de ces massifs.

» Une constatation doit être faite tout d'abord : c'est que, soit en considération de l'échelle adoptée, soit à cause des difficultés du cheminement dans une région uniformément boisée, les topographes chargés du levé de la Carte du Dépôt de la Guerre n'ont donné du terrain qu'un figuré par trop approximatif. Tout travail théorique sur la question doit, en conséquence, être précédé d'une étude complètement nouvelle des reliefs.

» Qu'il s'agisse des dunes primaires de la Teste-de-Buch (Gironde) ou de celles de Messanges (Landes), on doit, en premier lieu, faire disparaître de la Carte les *chaînes* continues qui y sont figurées. En réalité, le terrain est recouvert d'un réseau d'éléments en forme de boucles allongées, s'insérant les unes dans les autres et circonscrivant des espaces relativement plans.

» Le tracé de chacune de ces branches peut être assimilé à une parabole réduite, à son sommet, aux régions voisines et à une seule de ses branches infinies.

» L'axe de ces paraboles est toujours la ligne est-ouest, le sommet est situé à l'est et c'est généralement en ce point que la dune atteint son maximum d'élévation.

» Les topographes n'ont considéré, en général, que les éléments sensiblement rectilignes de la courbe et sont arrivés ainsi à supposer, contrairement à la réalité, l'existence de crêtes continues à peu près orientées suivant un parallèle; j'ai partagé cette erreur dans ma première Note, basée en plusieurs points sur l'étude des Cartes.

» En second lieu, la portion de branche infinie de chaque parabole peut avoir sa courbure tournée soit vers le nord, soit vers le sud. En général, cette courbure, qui correspond à la pente la plus déclive, est méridionale dans les dunes de la Teste et septentrionale dans celles de Messanges.

([1]) Voir *Comptes rendus* du 22 décembre 1890.

» Bien entendu, la forme théorique de chaque élément a reçu des déformations plus ou moins sensibles; certaines branches sont sinueuses et tout changement de courbure entraîne un changement dans le rapport des pentes. Comme conséquence de cette loi, toute dune rectiligne est dirigée suivant un parallèle et ses deux talus sont égaux.

» Les dunes élémentaires paraboliques paraissent caractéristiques des formations primaires, on ne les rencontre pas dans les ondulations modernes.

» Ces constatations, qui résultent de levés détaillés poursuivis pendant plusieurs années, amènent aux conclusions suivantes :

» 1° Les dunes primaires de Gascogne ne proviennent pas d'un déplacement de matériaux légers dans le sens du méridien;

» 2° Elles ont été formées sous l'action de vents orientés en moyenne de l'ouest vers l'est;

» 3° Elles paraissent avoir reçu leur figure d'équilibre sous la seule influence des courants atmosphériques par la déformation continue d'ondulations primitivement parallèles au méridien;

» 4° Lors de leur fixation dans la forme qu'elles ont conservée jusqu'à ce jour, elles échappaient complètement à l'influence des apports littoraux.

» Je revendique, en conséquence, pour les dunes primaires le caractère de dunes *continentales*, les assimilant, au point de vue topographique, aux dunes de toutes les régions désertiques (Sahara, Pampas, Thar).

» Le plateau landais fournit d'ailleurs des arguments à l'appui de ma thèse : la Carte du Dépôt de la Guerre indique, en un très grand nombre de points de cette région sablonneuse, des mouvements du sol affectant, en général, l'orientation générale est-ouest.

» Je signalerai entre autres les *doucs* de Cazalis, au nord-ouest de Captieux, une double ligne entre Lipostey et Pissos, toute une zone entre Labouheyre et Labbon, enfin, les groupes d'Arengosse, Beylongue, Carcen, etc., à la limite méridionale des Landes.

» J'ai exploré les doucs de Cazalis et les dunes intérieures de Lipostey. Ces massifs d'importance secondaire, qui ne dépassent pas de plus de 20^m le niveau des landes voisines, sont constitués par des éléments paraboliques, de proportions réduites, il est vrai, mais assimilables d'une façon complète à ceux de la région littorale.

» Les dunes primaires reposent partout sur le sol aliotique des landes, comme l'ont fait reconnaître récemment les érosions de la côte sud des

passes d'Arcachon. Elles sont donc certainement postérieures à la formation du sable des landes et aux dépôts de sables et de graviers qui y sont assimilés.

» Ce sont les dunes primaires qui ont barré les thalwegs de cette région et ont ainsi formé les lacs littoraux. La flore et la faune de ces nappes profondes indiquent d'ailleurs l'ancienneté de leur formation.

» J'estime, en conséquence, que si les dunes modernes ont pu obstruer les émissaires de certains lacs (Hourtin et Lacanau au XVIIe siècle, Cazaux et Parentis vers le XIVe siècle), ces lacs n'en existaient pas moins, au niveau près, au commencement de l'époque historique. Ils doivent être portés sur les Cartes de restitution de la Gaule antique. »

GÉOLOGIE. — *Sur l'allure générale de la dénudation glaciaire.* Note de M. **Stanislas Meunier**.

« Plus on étudie les phénomènes si actifs auxquels donne lieu la progression des glaciers, avec la collaboration nécessaire des actions météorologiques qui font à ceux-ci comme une large auréole, et plus on est frappé de leur analogie avec ceux dont s'accompagne la dénudation fluviaire. J'ai déjà étudié un certain nombre de faits concernant cette grande question et je désire compléter la série de mes observations en montrant que le phénomène dit *de capture* (maintenant bien admis pour les rivières, et qui, transporté aux torrents, m'a fourni l'explication de singularités apparentes dans la situation de beaucoup de matériaux détritiques) a joué un grand rôle dans la distribution des formations morainiques.

» Pour bien faire saisir le trait essentiel du phénomène que je signale, je rappellerai l'exemple de capture, devenu classique grâce à M. Morris Davis, de la Maurienne par la Superbe, et je supposerai, pour un moment, que la première de ces rivières charrie des matériaux faciles à distinguer d'un coup d'œil de ceux que déplace l'autre. Ceci posé, on reconnaîtra que, dans la vallée actuelle de la Superbe ayant capturé la Maurienne, se trouvent, en deux niveaux superposés, des matériaux détritiques correspondant, le plus ancien, à l'époque où la Superbe travaillait seule, et le plus récent au temps où la Maurienne a été contrainte de fournir sa collaboration.

» Maintenant, transportons-nous dans un pays de montagnes, où deux glaciers seront dans la situation relative où se trouvaient la Superbe et la

Maurienne avant la capture. Le glacier correspondant à la Superbe, en provoquant la dénudation du sol, subit une régression analogue à celle de la rivière, mais qui, à cause de son état solide, fait reculer sa moraine frontale en même temps que son cirque d'alimentation, et sans que sa longueur totale soit nécessairement modifiée; il laisse devant lui une région morainique où se fera, si l'on veut, un lac autour duquel la végétation s'établira et pourra même devenir florissante; la dénudation atmosphérique s'y établira et pourra y accumuler des débris de tous genres. Mais le voilà qui réalise la capture aux dépens du glacier plus élevé correspondant à la Maurienne et qui peut être plus considérable qu'il n'a jamais été; à ce moment, un nouvel afflux de glace se fait jour dans la vallée du glacier *Superbe;* le voilà qui reprend le terrain qu'il avait abandonné, qui envahit le lac et la forêt établis devant lui sur son ancienne moraine, et qui recouvre d'une seconde moraine les débris végétaux destinés à se transformer en liquide.

» Ce second glacier lui-même, en conséquence de l'abaissement progressif des cirques d'alimentation, regressera et pourra même disparaître, et il restera, comme témoignage de son existence, une assise de lignite pincée entre deux formations morainiques. On aura bien raison de dire, en présence de cette disposition, qu'il y a eu dans la région deux extensions successives du glacier, mais on se trompera quand on rattachera ces vicissitudes à une cause générale de refroidissement.

» Or, la structure que je viens de supposer dans les produits morainiques est précisément celle des célèbres gisements de lignite interglaciaire de Durntein, d'Utznach et de Wetzikon; on la retrouve dans la striation des conglomérats d'Höttingen et dans un très grand nombre d'autres cas. Le mécanisme de sa production ne saurait donc manquer d'intérêt. »

PHYSIOLOGIE. — *Expériences montrant que le foie détruit l'hémoglobine dissoute et qu'il en garde le fer.* Note de M. **Louis Lapicque**, présentée par M. Armand Gautier.

« Ces expériences ont été faites sur des chiens. On doit prendre un animal d'environ un an, c'est-à-dire ayant sa denture complète et intacte. A cet âge, le foie présente des caractères assez constants pour qu'on puisse par une série d'observations établir une normale. Ces caractères sont, au point de vue qui nous importe ici, la coloration et la teneur en fer.

» La coloration du foie, débarrassé de son sang (aussitôt après avoir sacrifié l'animal, on fait passer dans l'organe en place, en les injectant par la veine-porte, plusieurs litres d'eau salée physiologique, puis on laisse égoutter), cette coloration est *fauve*. Pour la noter d'une façon objective et assurer la valeur des comparaisons d'une expérience à une autre, je me suis servi du Tableau chromatique de Broca, usité en Ethnologie ([1]). La teinte qui correspond le mieux à celle du foie tombe régulièrement sur le n° 30.

» La teneur en fer, exprimée en millièmes du poids de l'organe frais, est le plus souvent voisine de 0,10; elle peut atteindre 0,12 ou 0,14; ce n'est qu'exceptionnellement qu'on trouve une valeur plus élevée. Mes dosages ont été effectués par le procédé colorimétrique que j'ai décrit il y a déjà plusieurs années ([2]). Les quelques chiffres que j'ai trouvés dans la Science (Zalesky, Gottlieb) s'accordent avec les miens.

» J'ai injecté à des chiens d'un an des solutions d'hémoglobine dans les veines. Les solutions étaient préparées de la façon suivante : du sang de chien est recueilli directement de l'artère dans une solution d'oxalate de soude, puis centrifugé; le plasma est décanté, et l'on enlève aussi la couche de globules blancs; la bouillie de globules rouges est alors reprise par $1^{vol},5$ d'eau distillée; on obtient ainsi une solution d'hémoglobine encore impure, mais aussi près que possible de l'état physiologique.

» L'injection intra-veineuse de cette solution, à la dose de 10^{cc} à 15^{cc} par kilogramme, n'est suivie d'aucun phénomène toxique. Dans les vingt-quatre heures qui suivent, les urines passent très chargées en hémoglobine; elles le sont beaucoup moins le jour suivant et plus du tout le troisième jour. Si l'on dose colorimétriquement l'hémoglobine dans la solution injectée, d'une part, et dans les urines, de l'autre, on trouve que la quantité totale éliminée par le rein est en moyenne le dixième de la quantité injectée.

» Après avoir fait à un même chien deux injections de ce genre à huit jours d'intervalle, je le sacrifiais après quelques jours de repos et je lavais le foie comme précédemment. La couleur de ce foie est beaucoup plus foncée que dans le cas normal; elle est *loutre* et correspond au n° 28 et au n° 43 de l'échelle de Broca.

» La teneur en fer s'est élevée à plus du double de la normale. Pour

---

(1) *Mémoires de la Société d'Anthropologie*, t. II, Pl. V.

(2) *Société de Biologie*, 1889. — *Thèse de la Faculté de Médecine de Paris*, 1895.

des quantités d'hémoglobine injectée correspondant à peu près à 10^{mgr} de fer par kilogramme d'animal, la teneur en fer pour 1000 a atteint, dans trois expériences, respectivement 0,34, 0,30, 0,32. Ces trois cas comprennent deux chiens et une chienne; dans l'un d'eux, l'animal a été gardé vingt-cinq jours après la seconde injection.

» En dehors de ces trois expériences, parfaitement concordantes, j'ai eu un résultat négatif sur un vieux chien.

» Cette augmentation de la teneur en fer, très nette au point de vue qualitatif, prend une signification toute particulière si l'on considère que, dans mes recherches antérieures, expériences ou observations cliniques, j'ai trouvé que les accumulations de fer se faisaient dans la rate et non dans le foie, si ce n'est très rarement, et seulement s'il y a surcharge de la rate. Dans une série de cinquante-trois cas pathologiques, étudiés avec M. Guillemonat, nous n'avons pu reconnaître, pour la teneur en fer du foie, aucune variation systématique en rapport avec les maladies, tandis que la teneur en fer de la rate était nettement augmentée, par exemple dans la tuberculose. Le contrôle expérimental, réalisé avec la collaboration de M. Charrin, a montré que, sous l'influence d'injections répétées de toxines, les lapins s'anémient considérablement sans que le fer augmente dans leur foie, tandis que le fer de la rate augmente parfois beaucoup. Enfin, dans des recherches actuellement en cours, j'ai vu, avec Auscher, que l'injection dans le péritoine de sang frais d'animal de même espèce produit toujours une augmentation du fer de la rate, et que le fer ne commence à augmenter dans le foie que lorsque l'injection a été très abondante.

» Ici, au contraire, les chiffres de fer trouvés pour la rate, à savoir 0,75, 0,80 et 0,52, montrent une augmentation relativement faible.

» Il faut admettre qu'il existe deux mécanismes hématolytiques : l'un s'appliquant aux globules (par exemple, aux globules extravasés) et déposant du fer dans la rate; l'autre, à l'hémoglobine dissoute dans le plasma et déposant le fer dans le foie. Le mécanisme normal, c'est-à-dire celui qui s'exerce constamment à l'état physiologique, est-il le premier ou le second? C'est une question qui demande de nouvelles expériences ([1]). »

([1]) Travail du laboratoire de Physiologie de la Sorbonne.

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Pluralité des principes morbifiques engendrés par un microbe pathogène.* Note de M. **A. Charrin**, présentée par M. Bouchard.

« Les microbes, pour faire naître les accidents, les lésions morbides, utilisent avant tout les produits solubles qu'ils engendrent; personne ne conteste aujourd'hui cette donnée. — L'accord est moins parfait, quand on cherche à préciser la nature de ces produits; après avoir soutenu qu'ils appartenaient au groupe des substances alcaloïdiques, on a une grande tendance actuellement à les classer parmi les albuminoïdes : peut-être chacune de ces opinions contient-elle une part de vérité ?

» A ces considérations se rattache la question relative au nombre des principes sécrétés par un agent pathogène pour agir sur l'organisme attaqué.

» Dès 1888, le professeur Bouchard a enseigné qu'une même bactérie est capable de fabriquer des composés multiples; aux preuves fournies par cet auteur j'ai ajouté des expériences établissant que, si l'on sépare les éléments inclus dans une culture pyocyanique en éléments volatils, en éléments solubles dans l'alcool, en éléments insolubles, on détermine des désordres spéciaux avec chacun de ces trois extraits.

» Plus récemment, j'ai repris ces expériences; j'ai obtenu des résultats qui prouvent cette pluralité des substances morbifiques. — Je crois devoir les signaler, soit en raison de leur importance, soit parce que beaucoup d'auteurs paraissent supposer qu'un microbe agit sur l'économie par un produit unique, par sa toxine, pour employer les expressions usitées.

» Lorsqu'on injecte dans le sang les matières que l'alcool précipite dans les cultures du bacille pyocyanique [1], on provoque de l'amaigrissement, de l'entérite, de la fièvre, etc.; on augmente également, comme je l'ai vu avec M. Gley, le pouvoir excito-moteur de la moelle.

» Si l'on se sert des matériaux dissous par l'alcool, on reconnaît que les phénomènes prédominants intéressent le cœur qui, suivant les doses, la rapidité de l'injection, offre des modifications de vitesse, de rythme; le plus

---

[1] Cultures faites dans 200^{gr} de bouillon de veau, utilisées au dixième jour. — Il faut employer l'extrait de 30^{cc} à 60^{cc} pour avoir des effets marqués, effets qui, pour être toujours absolument distincts, demanderaient des séparations plus parfaites.

souvent, après une accélération, il se ralentit, devient irrégulier, quand on fait pénétrer assez vite l'extrait correspondant à 30^{cc} ou au delà; si, au contraire, on a introduit de petits volumes, le myocarde continue à battre, mais il s'arrête assez facilement sous l'influence de diverses excitations : j'ai observé ce fait avec M. Bardier.

» L'odorat indique clairement l'existence de substances volatiles; elles sont si manifestes qu'elles avaient valu à ce germe du pus bleu la dénomination de *bacille aromatique*. — Ces substances injectées isolément, dans trois cas, ont paru exercer sur les capillaires une action de constriction.

» A ces résultats, je puis ajouter la mise en évidence d'un ferment propre à dédoubler l'asparagine; j'ai reconnu la réalité de ce ferment en 1890, avec le professeur Arnaud; nous avons dit qu'il était fixé sur le corps des bactéries, opinion que semblent confirmer de récents travaux.

» Il est également permis de remarquer que les analyses poursuivies pour fixer le mode de nutrition du bacille pyocyanique nous ont amené à constater qu'il consomme beaucoup d'oxygène; or, ce fait peut ne pas être indifférent, lorsque cet oxygène est puisé dans nos tissus. — Nous avons aussi établi que cet agent fabrique des composés ammoniacaux abondants, composés dont on sait la toxicité; nous avons découvert des traces de méthylamine.

» On pourrait encore invoquer le rôle des pigments bleu ou vert; s'ils n'ont pas tous une toxicité excessive, des recherches nombreuses placent leur action hors de doute. Toutefois, rien ne prouve que ce bacille engendre ces pigments dans l'intérieur de l'économie.

» Quoi qu'il en soit, même sans tenir compte des composés capables de provoquer l'immunité, les faits indiqués démontrent qu'un agent pathogène peut agir sur l'organisme par des sécrétions multiples. A coup sûr, cet agent engendre une toxine spéciale, un corps généralement albuminoïde beaucoup plus important que les autres : la chose est certaine. Il n'en est pas moins vrai qu'il existe d'autres substances morbifiques.

» Ces données permettent de comprendre plus aisément la multiplicité, la variété des symptômes, leur prédominance du côté de tel ou tel appareil. Assurément, dans l'état de ces appareils, divers facteurs entrent en ligne de compte; mais les sécrétions d'une bactérie varient, et si, par hypothèse, dans le cas choisi comme exemple, les éléments solubles dans l'alcool sont particulièrement abondants, on verra se développer des troubles du cœur, une forme cardiaque du mal.

» Peut-être encore, ces données pourront-elles un jour éclairer la thé-

rapeutique. — Depuis qu'on connaît le rôle des toxines, on s'efforce de combattre leurs effets; or, il est clair qu'on n'opposera pas aux poisons que l'alcool dissout les moyens utilisés pour neutraliser ceux que cet alcool précipite, qu'on ne s'adressera pas aux mêmes émonctoires pour conduire au dehors les substances stables ou les corps volatils, etc. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Sur l'orge*. Note de M. **Balland**.

« 1. La culture de l'orge, en France, s'étend sur environ 890 milliers d'hectares. Elle occupait une plus grande surface il y a une cinquantaine d'années, mais la production totale a peu varié : le rendement moyen à l'hectare, qui était de 14 hectolitres en 1840, s'est élevé depuis à 19 hectolitres. La récolte pour 1895 a été de 17 millions d'hectolitres, représentant près de 11 millions de quintaux. Il a été importé un peu plus de 1600000 quintaux, dont 1246500 d'Algérie ou de Tunisie, et 230000 de Russie; le reste vient de la Roumanie, de la Turquie, de la République Argentine, de la Belgique et de l'Autriche. Les exportations n'atteignent pas 350000 quintaux.

» 2. Les analyses, pratiquées sur un centaine d'échantillons de différentes récoltes, ont donné :

	Eau p. 100.	Matières azotées.	Matières grasses.	Matières sucrées et amylacées.	Cellulose p. 100.	Cendres p. 100.	Poids moyen de 100 grains.
Au minimum...	9,20	7,98	1,28	66,70	2,96	1,66	3gr,12
Au maximum...	15,60	13,27	2,20	72,58	6,16	2,82	4gr,72

» Ces résultats généraux, en dehors du poids de la cellulose, qui est plus fort, se rapprochent beaucoup de ceux que nous avons obtenus pour les blés. L'excès de cellulose vient des glumelles, qui restent étroitement adhérentes au grain; celles-ci, d'ailleurs, sans valeur alimentaire, contiennent en effet jusqu'à 30 pour 100 de cellulose résistante.

» 3. Le rapport des glumelles à l'orge nue est loin d'être constant, car les décortications ont fourni de 7,5 à 16 pour 100 de glumelles, et de 84 à 92,5 pour 100 d'amande (orge nue). Dans les orges de France et de Roumanie, on a généralement de 8 à 9 pour 100 de glumelles, rarement 12 pour 100; dans les orges de Russie, la moyenne se rapproche de ce dernier chiffre; dans les orges d'Algérie et de Tunisie, elle est comprise

entre 13 et 14 pour 100, et dans les orges de la République Argentine elle atteint 16 pour 100. Malgré ces écarts, on retrouve une certaine filiation entre les orges et les blés de ces divers pays. De même que pour le froment, c'est dans les orges de Russie que le poids moyen des grains est le plus faible; la matière azotée y tient aussi le premier rang.

» 4. Les propriétés nutritives de l'orge étaient autrefois tellement accréditées que le pain d'orge était la principale nourriture des gladiateurs (*hordearii*). Cette très ancienne céréale ne sert plus aujourd'hui, en France, qu'à l'alimentation des animaux et à la fabrication de la bière. Pour ce dernier emploi, les orges les plus recherchées, par exemple les orges de Beauce, dites *Chevalier*, sont les moins azotées, les plus minces d'écorce (les moins ligneuses) et, par suite, les plus riches en matières amylacées.

» 5. L'orge entière se conserve pendant plusieurs années sans éprouver d'autre changement dans sa composition chimique qu'une légère diminution des matières grasses. L'orge concassée subit des altérations de même nature que celles que l'on observe dans les vieilles farines de froment : transformation et disparition des matières grasses, augmentation des matières sucrées et de l'acidité (cette dernière, qui est au début de 0,050 pour 100, atteint 0,150 pour 100 après trois ans).

» 6. Dans l'orge comme dans les autres céréales, c'est au centre du grain que l'on trouve le plus d'amidon; les matières azotées, grasses et minérales, y sont en très faible quantité et vont en augmentant à mesure que l'on se rapproche de la zone extérieure. Il en résulte que l'orge mondé, obtenu mécaniquement, diffère notablement de l'orge nue décortiquée à la main; la différence apparaît mieux encore avec l'orge perlé beaucoup plus arrondi par les meules que l'orge mondé. Et, en effet, ces divers produits, ramenés à l'état sec, donnent à l'analyse :

	Orge nue décortiquée à la main.	Orge mondé.	Orge perlé.
Eau	0,00	0,00	0,00
Matières azotées	10,70	10,47	7,09
» grasses	1,71	1,28	0,75
» sucrées et amylacées	84,07	84,93	90,55
Cellulose	1,43	1,56	0,90
Cendres	2,09	1,76	0,71
	100,00	100,00	100,00

ÉCONOMIE RURALE. — *Sur la dialyse des humates alcalins.* Note de M. J. **Dumont**, présentée par M. Dehérain.

« Les matières organiques du sol et du fumier, quand elles revêtent certaine forme, peuvent exercer une influence heureuse sur le développement des végétaux. C'est ce qui ressort des expériences effectuées par M. Dehérain sur les exigences comparées du trèfle et du ray-grass ; la matière noire du fumier, à richesse égale en principes fertilisants, a donné de meilleurs résultats que les engrais chimiques, pour la culture du trèfle. M. Bréal a pu faire absorber des humates à différentes plantes cultivées.

» Ces faits, qui sont loin d'être isolés, viennent à l'appui de l'opinion de Th. de Saussure, sur l'assimilation directe des matières organiques ; ils sont une éclatante confirmation de cette opinion que Liebig, malgré son incontestable autorité, ne put empêcher de prévaloir.

» De nos jours, tous les agronomes reconnaissent la grande puissance fertilisante de l'engrais de ferme ; mais tous n'admettent pas au même titre que les plantes puissent absorber directement les composés humiques que cet engrais apporte au sol. La question est d'autant plus difficile à résoudre que le rôle du fumier est plus complexe et mal défini ; l'humus peut modifier les propriétés physiques et les propriétés chimiques de la terre arable et agir ainsi, à la fois, comme amendement et comme engrais.

» Dans l'hypothèse où l'on envisage les substances dialysables ou *cristalloïdes* comme pouvant intervenir directement dans l'alimentation des végétaux, il suffit de montrer, pour dissiper les doutes, que les matières organiques de l'humus peuvent traverser les membranes parcheminées. Cette expérience, effectuée successivement par M. Grandeau et par M. Petermann, a donné des résultats tout opposés qui ont permis d'accentuer davantage encore les divergences d'opinions.

» Les humates solubles sont-ils réellement dialysables? Les essais que nous avons exécutés nous permettent de répondre affirmativement. Sans doute, dans les conditions ordinaires ces composés mal définis traversent difficilement et avec une extrême lenteur les membranes parcheminées ; mais il suffit, pour rendre le phénomène plus sensible, de diminuer la pression de l'air à l'intérieur du dialyseur. On tend ainsi à se rapprocher des conditions dans lesquelles s'effectue le passage des liquides d'une cellule à l'autre, dans les tissus vivants, en vertu de différences de pression.

» En opérant de cette manière, nous avons pu recueillir une quantité appréciable d'humate en quelques heures. On trouvera, au reste, dans un des Tableaux, les volumes de liquide obtenus en des temps différents.

» L'appareil que nous avons employé, pour ces essais, est très simple. Le dialyseur se compose essentiellement d'une cloche à douille, de 0,25 de diamètre, rodée à la partie inférieure; on applique très solidement, sur le fond de cette cloche, le papier parchemin vérifié par un mouillage préalable; on verse ensuite, à l'intérieur du dialyseur ainsi construit, 100^{cc} ou 150^{cc} d'eau distillée et l'on ferme la douille avec un bouchon muni d'un manomètre à air libre et d'un tube recourbé relié, à un aspirateur à deux flacons, par un caoutchouc à vide. La cloche est placée dans une cuvette contenant un volume connu d'humate. Avant de provoquer l'aspiration, il faut s'assurer que les flacons de l'aspirateur se trouvent à une différence de hauteur convenable suivant la diminution de pression que l'on veut obtenir. Quand le manomètre accuse la dénivellation voulue, on arrête l'écoulement de l'eau; la pression intérieure se maintiendra constante pendant assez longtemps si l'appareil est bien construit et si l'atmosphère extérieure ne subit pas de trop sensibles variations.

Volumes du liquide recueilli dans différents essais
(la quantité d'eau, 150^{cc}, ajoutée dans le dialyseur est défalquée).

	Durée de l'expérience.	Pression intérieure (en millim.).	Liquide dialysé (en cent. cubes).
Essai I..........	30 minutes.	700	4,8
	1 heure.	700	7,4
	2 heures.	700	12,5
	4 heures.	700	21,0
	10 heures.	700	53,0
Essai II.........	30 minutes.	640	13,2
	1 heure.	640	25,0
	1 heure et demie.	640	37,3
	3 heures.	640	62,0
Essai II.........	6 heures.	680	20,0
	12 heures.	680	40,0
	36 heures.	683	90,0
	48 heures.	685	125,0

» Dans chacun de ces essais, nous avons employé des membranes différentes; c'est pourquoi on observe des écarts assez sensibles entre les proportions de liquide obtenu. Il est manifeste que, pour des membranes de même nature et d'égale surface filtrante, le volume de liquide dialysé, qui mesure l'intensité du phénomène, sera fonction du temps, de la pression intérieure et de la concentration des solutions.

» Il pouvait être intéressant de rechercher la composition des solutions,

extérieure et intérieure, pour s'assurer si des modifications ne s'opèrent pas pendant la dialyse. Nous avons consigné les résultats analytiques dans le Tableau suivant; les chiffres se rapportent à 100^{cc} de liquide noir :

	Solution extérieure.	Solution intérieure.
Matière sèche	0,272	0,236
Cendres	0,075	0,138
Matières organiques et volatiles	0,197	0,098
Azote organique	0,005	0,0033
Chlore	0,008	0,012
Sesquioxyde de fer et d'aluminium	0,012	0,015
Acide sulfurique	0,011	0,018
Potasse	0,038	0,043

» On voit tout d'abord que les matières dissoutes ne traversent pas également la membrane; les matières minérales sont plus abondantes dans la solution dialysée, dans le liquide intérieur moins riche pourtant en matières organiques. On constatera en outre, et cette constatation a son intérêt, la richesse plus grande en azote de la substance organique dialysée par rapport à l'autre : le rapport $\frac{0,098}{0,0033}$ est supérieur au rapport $\frac{0,197}{0,005}$. Il semble qu'une sorte de séparation s'effectue dans le mélange complexe obtenu en traitant les terres humifères par les dissolutions alcalines ([1]). Il est fort probable que la matière humique, comme le pense M. Dehérain, doit contenir des substances organiques azotées à l'état colloïdal, mélangées à des composés azotés cristalloïdes que la dialyse sépare.

» Outre les éléments dosés, nous avons trouvé dans les cendres de la silice, de la chaux et de l'acide phosphorique en faibles proportions. »

M. **Bouffard** rappelle à l'Académie les « Observations sur quelques propriétés de l'oxydase des vins », relatives au mode d'action de l'acide sulfureux sur l'oxydase des vins cassants, qu'il a présentées dans la séance du 29 mars dernier, et signale leur analogie avec la Note que M. le Dr Cazeneuve a communiquée le 5 avril sur le même sujet.

([1]) L'humate de potassium qui nous a servi dans ces expériences a été préparé en traitant 100^{gr} d'une terre humifère (dosant 13,2 d'azote par kilo) par une dissolution de carbonate de potassium à 2^{gr} par litre. La terre était lavée à chaud, pour éliminer les sels solubles, et traitée ensuite.

M. **Antonio José da Cruz Magalhaes** adresse une Note ayant pour titre : « Recherche du caramel. Confusion possible avec les couleurs dérivées de la houille ».

A 3 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant dans la Section d'Astronomie, pour remplir la place laissée vacante par le décès de M. *Gylden*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 51,

M. Souillart obtient	43 suffrages,
M. Ch. André	7
M. Trépied.	1

M. **Souillart**, ayant obtenu la majorité absolue des suffrages, est élu Correspondant de l'Académie.

La séance est levée à 4 heures. J. B.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 17 MAI 1897,

PRÉSIDENCE DE M. A. CHATIN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Sur l'Atlas photographique de la Lune publié par l'Observatoire de Paris* (second fascicule); par MM. **Lœwy** et **Puiseux**.

« L'accueil bienveillant que le premier fascicule de l'Atlas photographique de la Lune a rencontré dès son apparition nous imposait le devoir d'en poursuivre l'achèvement sans interruption, et d'en accroître, autant qu'il dépendait de nous, la valeur documentaire. Nous avons aujourd'hui l'honneur de mettre sous les yeux de l'Académie le second fascicule du même Ouvrage. Nous espérons qu'il pourra figurer convenablement à côté du premier, et que la comparaison fera même ressortir quelques progrès dans les procédés de reproduction.

» On trouvera, dans les Notices descriptives qui accompagnent chaque feuille, l'énumération des objets les plus intéressants qui s'y rencontrent.

De ces objets, quelques-uns attirent l'attention par leur étendue et la régularité de leur forme. D'autres possèdent des caractères exceptionnels, observables seulement sur un petit nombre de spécimens; d'autres encore ont été signalés par divers observateurs comme ayant subi des changements récents. Il en est, enfin, qui nous paraissent accuser avec une netteté particulière la nature et l'ordre de succession des forces physiques qui les ont formés. Les idées que nous avons émises sur ce sujet dans nos Communications antérieures à l'Académie nous semblent trouver ici des confirmations nombreuses et ne se heurtent à aucune contradiction qui oblige à faire intervenir une explication nouvelle. La surface de la Lune n'est pas, à coup sûr, une copie de celle de la Terre. Mais tous les traits qui lui sont propres se prêtent bien, en définitive, à une classification logique, si l'on tente d'y retrouver les étapes nécessaires du refroidissement d'un globe incandescent. Cette manière d'envisager l'histoire passée de notre satellite a été développée dans le Mémoire qui accompagne le premier fascicule, et notamment dans les pages qui lui servent de conclusion. Nous n'entreprendrons pas ici de retracer à nouveau cette théorie dans son ensemble. Toutefois nous signalerons certaines questions où les nouvelles Planches paraissent apporter des renseignements complémentaires et autoriser des inductions plus précises. Quelques mots sur le caractère propre des régions figurées dans chaque feuille aideront à comprendre dans quelle direction cette recherche peut être effectuée avec profit.

» La *Pl. VI* correspond à une phase voisine du premier quartier, et s'étend à partir du pôle Sud jusque dans le voisinage de Maurolycus. Cette partie de la Lune a toujours présenté aux dessinateurs des difficultés presque insurmontables, en raison de l'extrême multiplicité des objets, et de l'enchevêtrement des cirques de toute dimension qui s'y rencontrent. Seule la Photographie permet d'aborder avec succès la représentation simultanée d'une aussi grande masse de détails. Les formations grandioses, larges de plus de 50^{km}, profondes de 5 à 6000^{m}, sont ici presque la règle. En dehors de celles qui sont cataloguées, figurées sur les Cartes ou désignées par des noms d'astronomes célèbres, la libration permet d'apercevoir ici plusieurs cirques anonymes d'une importance à peine moindre, et les dentelures du bord accusent, à l'extrême limite de l'hémisphère visible, de fortes dénivellations. Projetées sur la direction du centre de la Lune, ces irrégularités s'élèvent couramment à $0^{m},003$. Elles représentent, à l'échelle de cette feuille, des différences de niveau de 4000^{m}; elles peuvent entraîner des erreurs de $2''$ dans la mesure du diamètre de la Lune, et modifier

l'instant d'une occultation de 4 secondes-temps et davantage, si l'étoile rencontre le bord du disque sous un angle quelque peu aigu. On voit par ces chiffres combien la détermination du diamètre de notre satellite est un problème délicat. Les observations méridiennes ne sauraient y suffire : il convient de faire concourir à cette recherche de nombreuses occultations d'étoiles et des mesures micrométriques faites suivant différents diamètres. L'intérieur des cirques voisins du pôle sud est, en général, une plaine assez unie. Peu d'entre eux possèdent, comme Lilius ou Pentland, une montagne centrale comparable par son altitude à la dépression totale. La plupart du temps la plaine intérieure n'a que de faibles excroissances, ou même ne montre d'accidents d'aucune sorte. Son aspect tranche nettement, en tout cas, sur celui des hauts plateaux interposés entre les cirques. Ces plateaux sont, en effet, rugueux, plissés et criblés d'innombrables ouvertures circulaires. On est donc fondé à croire qu'il y a eu envahissement des parties déprimées par des épanchements liquides qui n'ont point recouvert les parties élevées.

» Les petits cirques, aussi bien que les grands, se distribuent suivant un petit nombre d'alignements, mais ceux-ci sont peut-être mieux visibles dans la feuille suivante, où leur continuité est moins souvent brisée par des formations plus récentes. Il n'est pas rare de voir ici trois ou quatre périodes d'activité distinctes se manifester par la création, sur le même emplacement, d'autant de cirques successifs, dont le dernier seul a subsisté dans son entier. Malgré ces remaniements répétés, la calotte australe de la Lune demeure l'une des parties les plus intéressantes à étudier, si l'on veut chercher à se rendre compte de l'état primitif de l'écorce solide. Il est clair, en effet, qu'elle est demeurée indemne des affaissements étendus qui ont amené, dans bien d'autres régions de la Lune, l'apparition des mers et l'effacement presque total du relief antérieur.

» Si nous passons à la feuille suivante (*Pl. VII*), relative à une phase plus avancée et à une latitude moyenne moins élevée, nous verrons s'y détacher avec une extrême vigueur les enceintes grandioses de Clavius, de Longomontanus et de Tycho. La première est remarquable par son étendue, qui pourrait presque la faire ranger au nombre des mers, par sa grande profondeur, par l'abondance des cirques parasites semés sur sa périphérie ou sur sa plaine intérieure. De ces derniers, les plus importants sont clairement distribués sur un même cercle, et leurs dimensions vont en croissant avec régularité. Longomontanus semble plus profond encore, à cause de la proximité du terminateur. Sa plaine intérieure est très unie

et contraste avec l'aspect tourmenté des hauteurs voisines. Tycho paraît devoir être rangé dans une autre classe. La netteté de ses contours, que n'interrompt aucun cirque parasite, l'élévation de sa montagne centrale, la saillie du rempart, qui présente une déclivité manifeste vers le dehors comme à l'intérieur, accusent l'intervention de forces éruptives et relativement récentes. Plus au sud nous trouvons dans Pitatus et Wurzelbauer deux représentants d'une catégorie très peu nombreuse, celle des cirques dont l'intérieur est comme boursouflé et isolé du rempart par un fossé plus ou moins profond. Hésiode se distingue par la présence d'un cratère central et sert de point de départ à une longue crevasse, que l'on peut considérer comme le résultat d'une dislocation de l'écorce, due à l'affaissement de la mer des Nuages. On voit sans peine que, dans la submersion qui a suivi cet affaissement, un grand nombre de formations importantes ont été envahies ou démantelées. Tel est le cas, notamment, pour la vaste enceinte, comparable en étendue à Clavius ou à Ptolémée, qui embrasse à la fois Hell et Lexell. Les parties inondées se distinguent aujourd'hui des régions intactes par une teinte plus sombre, avec quelques exceptions sur le trajet des traînées blanches qui rayonnent autour de Tycho.

» Mais ce qui caractérise surtout cette région, c'est la netteté des alignements qui se révèlent, soit dans la distribution des cirques, soit dans la limitation irrégulière et polygonale de leurs contours. Cette dernière circonstance est due à la présence de digues saillantes que l'on voit s'étendre sur de vastes espaces, et qui, dans tout leur parcours, contrarient la formation et le développement des cirques. Il n'y a guère lieu de douter, d'après cela, que les cirques n'aient apparu dans une croûte déjà hétérogène, et composée de fragments assemblés. La même disposition apparaît dans les cirques qui forment ceinture autour de Maginus et de Tycho, et qui s'encadrent, pour l'un et l'autre, dans un quadrilatère.

» La *Pl. VIII* est la reproduction partielle d'un cliché du 23 avril 1896. A cette date, la Lune, déjà âgée de dix jours, ne présente plus un relief aussi énergique qu'aux environs de la quadrature. D'ailleurs la place occupée par les mers devient ici prépondérante. La moins étendue de ces plaines, la mer des Humeurs, accuse bien ici une forme générale circulaire; la même disposition concentrique est reconnaissable dans les veines saillantes qui courent à sa surface et dans les trois crevasses d'Hippalus, dirigées parallèlement à la limite de la mer, dans la région montagneuse qui lui fait suite. Il est intéressant de noter, au sujet de l'âge de ces fissures, qu'elles franchissent sans s'interrompre le rempart de quelques grands

cirques placés en travers de leur parcours, et qu'elles sont au contraire coupées par des cônes éruptifs, formés ultérieurement sur leur trajet.

» Quelques-uns des cirques visibles à la surface des mers sont entièrement comblés à l'intérieur, et leur emplacement n'est plus indiqué que par un cordon d'une faible saillie. D'autres, un peu mieux conservés, ont subi cependant des dégradations importantes. Il en est enfin, comme Bouillaud, qui surgissent isolément dans une plaine unie, mais dont la cavité intérieure présente une conformation normale, avec des bourrelets concentriques et une montagne centrale. Ici encore on pourrait admettre que le cirque est antérieur à l'épanchement liquide qui a constitué la plaine, et que la saillie exceptionnelle du rempart a opposé une barrière efficace à l'envahissement des laves. Toutefois, la grande dépression de la cavité intérieure nous paraît rendre cette opinion peu probable.

» Les mêmes remarques s'appliquent à la *Pl. IX,* où nous voyons réunis Stadius, grande enceinte régulière presque totalement effacée; Eratosthène, cirque profondément déprimé, mais surgissant brusquement du milieu d'une plaine; enfin, Copernic, qui paraît être le centre d'un soulèvement étendu, et qui prolonge sur un vaste espace ses pentes extérieures, sillonnées de ravins divergents et de fossés concentriques. On ne saurait dire avec une certitude absolue si cette formation grandiose est postérieure aux mers. Mais il n'est pas douteux que des actions éruptives très énergiques ne se soient fait jour ici jusqu'à une époque relativement moderne; plus récente, tout au moins, que la solidification des mers. Dans un rayon étendu, la teinte aussi bien que le relief du sol se montre en relation visible avec le centre.

» La phase actuelle met bien en lumière la triple montagne centrale, les bourrelets intérieurs, les dépressions semées concentriquement au pied du rempart, les sillons dirigés suivant les lignes de plus grande pente, et que l'on peut interpréter, soit comme des vallées d'érosion, soit plutôt comme des coulées de lave. Un éclairement plus normal ferait mieux voir les traînées blanches qui divergent en grand nombre autour de Copernic. On vérifie cependant ici qu'elles ne disparaissent pas au passage des mers et qu'elles franchissent sans déviation les montagnes interposées.

» A quelque distance vers le sud-ouest, Lalande forme un autre centre d'émanation de traînées blanches entrecroisées avec les premières, mais la teinte des deux systèmes est trop semblable pour que l'on puisse dire lequel s'est superposé à l'autre, et leur relief est trop faible pour fournir à cet égard une indication. Si l'on continue à s'éloigner de Copernic, on tra-

verse une région de plateaux élevés, intéressante par le nombre, la grande étendue et le parallélisme des sillons rectilignes qui la traversent. Plusieurs de ces sillons franchissent les remparts d'Alphonse et de Ptolémée et quelques-uns se prolongent même sur le fond des cirques, excluant ainsi l'hypothèse qu'il y ait eu, sur ces points, fusion totale de la croûte affaissée.

» On sait que, d'une manière générale, les teintes claires appartiennent aux sommets, les teintes sombres aux dépressions. Cette règle n'est pas absolue, et l'on relève, à cet égard, des différences notables entre les régions de plaine. Ainsi l'espace compris entre Ératosthène et Copernic, semé de très nombreux orifices qui s'enchaînent comme les grains d'un chapelet sur certaines lignes déterminées, diffuse bien mieux la lumière que la surface sombre et dénuée d'accidents du Sinus Æstuum. Cette teinte sombre et cette absence de cirques caractérisent aussi la région montagneuse qui limite le Sinus Æstuum à l'ouest et le sépare de la mer des Nuages. Ces deux faits peuvent être également vérifiés sur la *Pl. X*, qui représente la même région sous un jour différent.

» Cette même feuille donne une représentation d'ensemble des Apennins, le massif montagneux le plus important de la Lune et celui qui rappelle le plus les chaînes de montagnes terrestres. La ressemblance, toutefois, est superficielle, comme le montre un examen attentif. Partout où de grandes différences de niveau se manifestent sur notre globe, le travail d'érosion qui se poursuit encore sous nos yeux a complètement effacé la physionomie primitive, et les montagnes actuelles ne représentent guère que les linéaments ou le squelette des massifs anciens. Ici, au contraire, aucun système de vallées ramifiées n'a pu se former. Le bloc résultant de l'action ignée est demeuré presque intact, et l'on voit qu'il a été constitué à l'état d'isolement par les trois grands affaissements circulaires qui ont formé les mers des Vapeurs, des Pluies et de la Sérénité. La pente générale est douce vers la mer des Vapeurs, abrupte vers la mer des Pluies, comme si le plateau avait éprouvé dans son ensemble un mouvement de bascule tendant à déprimer la partie sud et à redresser la partie nord. Les crevasses, que l'on voit courir parallèlement au pied des Apennins, indiquent une marche progressive dans l'affaissement de la mer des Pluies. Elles montrent aussi par leur seule présence que l'érosion n'a pas été un facteur important dans le relief actuel du sol et qu'il n'y a pas eu, des sommets vers la plaine, un transport bien appréciable de matériaux solides. Le massif des Apennins, de même que son voisin le Caucase, est, en somme, assez pauvre en cirques. Mais la partie contiguë de la mer des Pluies renferme

quelques formations de premier ordre. L'une d'elles, Aristillus, reproduit sur une échelle moindre, mais avec une égale netteté, les traits principaux de Copernic et porte, comme lui, tous les indices d'une activité volcanique longtemps prolongée.

» C'est encore la mer des Pluies qui occupe la plus grande partie de la feuille suivante (*Pl. XI*). On peut se rendre compte ici de la transformation profonde amenée dans l'aspect de notre satellite par ces vastes affaissements, qui ont provoqué l'épanchement à la surface d'une si grande quantité de laves. Plus encore que dans la région équatoriale, le relief antérieur a été complètement submergé, et c'est seulement vers la lisière des mers que l'on en voit réapparaître quelques vestiges. Ces vastes plaines, d'un aspect uniforme, font ressortir, par un violent contraste, le caractère abrupt des masses montagneuses qui les limitent vers le nord. Cette barrière franchie, on retrouve, en s'avançant vers le pôle, les caractères généraux de la calotte australe : sol tourmenté, cirques enchevêtrés, nombreux sillons rectilignes respectés par les affaissements. Ces caractères, toutefois, se développent sur une étendue moins grande qu'au voisinage du pôle sud, et il semble que, au point de vue de l'aspect physique, l'hémisphère visible de la Lune offre une symétrie approchée par rapport à une ligne située au nord de son équateur géométrique.

» Dans une prochaine Communication, nous nous permettrons d'indiquer les points sur lesquels les nouvelles feuilles de notre Atlas de la Lune nous semblent particulièrement propres à compléter les anciennes et permettent d'énoncer des conclusions plus arrêtées. »

BOTANIQUE. — *Signification de l'existence et de la symétrie des appendices dans la mesure de la gradation des espèces végétales;* par M. **Ad. Chatin.**

« Comme l'axe, dont j'ai fait précédemment l'étude [1], et avec lui, car leur existence est solidaire, les appendices symétriques apparaissent au milieu du groupe des Hépatiques marquant d'infériorité leurs espèces thallophytes, pour remonter, par leurs représentants acrophytes et les Mousses, vers les Cryptogames vasculaires et les Phanérogames.

» Leur signification est nette; là où ils manquent, l'infériorité est manifeste.

» Les feuilles, appendices de végétation, et les organes floraux, appareil

[1] A. Chatin, *Comptes rendus,* t. CXXII.

de la reproduction, fournissent de concordantes données au point de vue de la gradation des espèces.

» D'une part le type spiralé, attribut le plus général des feuilles; d'autre part le type verticillé, le plus ordinaire dans les fleurs, d'une fonction plus élevée, celle de la reproduction, sont les facteurs essentiels de la présente étude.

FEUILLES.

» Les feuilles affectant communément la disposition spiralée, il y a lieu de rechercher les exceptions par lesquelles cet état fait place au type verticillé de l'appareil floral.

» Or, un coup d'œil sur l'ensemble de la série végétale fait bientôt reconnaître que les feuilles opposées (ou verticillées) font défaut aux Monocotylédones et se montrent, au contraire, dans chacune des grandes classes de Dicotylédones, embranchement supérieur; on les trouve, en effet :

» Dans les Corolliflores, chez les Acanthacées, Apocynées, Asclépiadées, Bignoniacées, Ericacées, Gentianées, Gesnériacées, Jasminées, Labiées, Personnées et Verbénacées; chez les Gamopétales périgynes : dans les Caprifoliacées, beaucoup de Composées, les Dipsacées, Rubiacées et Valérianées.

» En dehors de ces importantes familles de Gamopétales, tant hypogynes que périgynes, des feuilles opposées se voient encore :

» Chez les Cornées, Calycanthées, Garryacées, Granatées, Lythrariées, Myrtacées, Mélastomées, Oliniées, Philadelphées, dans quelques Onagrariées, Rhamnées et Staphyléacées, Dialypétales périgynes;

» Dans les Clématidées, Caryophyllées, Cistacées, Coriariées, Acérinées, Géraniacées, Guttifères, Hypocastanées, Hypéricées, Malpighiacées et Rutacées, Dialypétales hypogynes;

» Chez les Amaranthacées, Chloranthées, Euphorbiacées, Eléagnées, Loranthacées, Monimiées, Nyctaginées, Polygonées, Pipéracées, Protéacées et Urticées, plantes Nonochlamidées.

» Les Monocotylédones, avons-nous dit, manquent de feuilles opposées. Cependant on constate la présence :

» Dans le *Paris*, d'un verticille de quatre ou cinq feuilles au-dessous des enveloppes florales, auxquelles il forme une sorte de calycule rappelant celui des Anémones;

» Chez le *Convallaria verticillata*, d'un cercle de feuilles, sorte de spire raccourcie à rapprocher de l'inflorescence du *Fritillaria imperialis*.

» Parfois le verticille, au lieu d'être seulement de deux feuilles, en comprend un plus grand nombre : trois dans le Laurier rose et le *Westringia verticillata,* quatre chez les *Westringia rosmarinifolia, Galium cruciatum* et quelques *Asperula* où il peut s'élever, comme en d'autres Rubiacées-Étoilées, à six, huit, ou même plus, pour atteindre à quinze, vingt dans l'*Hippuris*.

FLEUR.

» Les appendices floraux, qui déjà ont été mis à contribution, sous divers points de vue [multiplicité, variété, localisation des organes (1)], dans mes recherches sur la gradation organique, sont considérés ici sous le rapport tout spécial de leur symétrie.

» A cet égard, deux dispositions : le verticille et la spire; le premier, attribut de l'appareil de la reproduction, la seconde, apanage de l'appareil inférieur, de la végétation, sont à comparer dans leur signification.

» La recherche des deux états, verticillé et spiralé, est faite :

» *a.* Pour le calice et la corolle, dans l'ordre de naissance et la préfloraison;

» *b.* Pour l'androcée et le gynécée, dans l'ordre de naissance et celui des développements.

» L'évolution des quatre parties de l'appareil floral : calice, corolle, androcée et pistil, a lieu d'après deux modes de signification différente.

» Dans l'un de ces modes, l'évolution se produit en suivant l'ordre spiralé (sépales, étamines et carpelles en nombre indéfini), comme cela a lieu pour les appendices de l'appareil de végétation.

» Dans le second mode, cachet de l'appareil de reproduction, l'évolution a lieu par verticilles proprement dits, chacun des éléments du cercle, pétales, étamines et carpelles en nombre défini, se montrant, en général, à la fois sur tout son pourtour.

» Voici, sommairement, ce qui se passe pour le calice et la corolle :

» *Calice.* — Les très petits mamelons, premiers indices des sépales, apparaissent toujours dans l'ordre alterné ou spiralé même quand, par suite des développements ultérieurs, ces sépales se réuniront en verticille ou cercle parfait pour constituer les calices dits *valvaires*.

» *Corolle.* — C'est par la corolle, dont tous les mamelons pétalaires se montrent simultanément sur le disque floral, intérieurement aux sépales

(1) *Comptes rendus,* t. CXIII, CXVI et CXVII.

et après eux, que s'affirme le pur type verticillé dans l'appareil de la reproduction par opposition au type spiralé, se maintenant ici jusque dans le calice.

PRÉFLORAISON DES ENVELOPPES FLORALES.

» *Calice*. — Les sépales naissant les uns après les autres dans l'ordre spiralé, il est naturel que, pendant leur évolution, cet ordre se conserve, ce qui a lieu le plus souvent et aboutit aux préfloraisons quinconciales et imbricatives.

» Cependant la préfloraison valvaire, qui représente un verticille parfait, bien qu'acquis et non congénital, n'est pas rare chez les Dicotylédones. On les trouve notamment dans les familles suivantes :

» Gentianées, Convolvulacées (*Dichondra*) et Ébénacées, Corolliflores;

» Campanulacées, Combretacées, Granatées, Lythrariées, Mimosées, Myrtacées, Onagrariées, Philadelphées, Rhamnées, *Tetragonia* et *Trapa*, Caliciflores;

» Anonacées, Frankéniacées, Limnanthées, Malvacées, Simaroubées, Sterculiacées et Tiliacées, Thalamiflores.

» Aristolochiées, Balanophorées, Hydnorées, Loranthées, Olacinées, *Parietaria*, Protéacées, Santalacées et Daphnacées, Monochlamidées.

» On voit que le calice valvaire, verticille parfait, résultat d'évolution, se répartit dans toutes les classes de Dicotylédones, un peu plus rare toutefois dans les Corolliflores où prédomine, en compensation, la préfloraison tordue de la corolle.

» Le calice valvaire, inconnu dans les Monocotylédones, y marque, comme les feuilles toujours alternées, un certain abaissement.

» *Corolle*. — Bien que les pétales apparaissent tous à la fois; ils affectent le plus souvent, par fait d'évolution, des dispositions imbricatives. Toutefois, le pur type verticillé se maintient dans bon nombre de familles, savoir :

» La préfloraison tordue : dans les Apocynées, Asclépiadées, Bolivariées, Convolvulacées, Gentianées, Gesnéracées, Jasminées, Primulacées, Solanées et Staticées, Corolliflores;

» Dans les Mélastomées, Onothérées et Rubiacées, Caliciflores;

» Chez les Byttnériacées, Malvacées, Géraniacées, Linées et Oxalidées, Thalamiflores.

» La préfloraison tordue n'a été vue dans aucune Monocotylédone, bien que le verticille interne du périanthe soit une corolle.

» La disposition valvaire de la corolle, caractéristique, comme la préfloraison tordue, du pur verticille, non dévié, de l'ordre de naissance, existe dans plus ou moins d'espèces des familles suivantes :

» Gentianées, Apocynées, Cestrinées, Lagoniarées, Oléinées et Styracées, Corolliflores;

» Campanulacées, Caprifoliacées, Rubiacées, Solanées et Synanthérées, Gamopétales périgynes;

» Araliacées, Cornées, Mimosées, Ombellifères et Rhamnées, Dialypétales périgynes;

» Ampélydées, Clématidées et Hydrangées, Dialypétales hypogynes.

» Les corolles valvaires, réparties entre toutes les classes de Dicotylédones pétalées, sont donc assez nombreuses; on remarque qu'elles sont en particulier l'attribut de la plus considérable des familles, les Synanthérées (à corolle régulière), et du très important groupe des Ombellifères.

» La préfloraison valvaire de la corolle est inconnue, comme celle du calice chez les Monocotylédones, même pour le verticille interne du périanthe, lequel naît, comme la corolle des Dicotylédones, en une seule fois.

» On ne remarque pas d'ailleurs sans quelque surprise que, dans toutes les Monocotylédones et le plus grand nombre des Dicotylédones, les préfloraisons imbricatives succèdent, par suite d'une sorte d'évolution spiralée, au verticille pur résultant de l'ordre simultané de naissance.

» Au résumé, la préfloraison tordue élève les Corolliflores entre les Dicotylédones; l'absence de préfloraisons tordues et valvaires abaisse les Monocotylédones.

» *Androcée.* — Deux états, de signification fort différente au point de vue de la gradation organique, se présentent, dans la naissance et dans l'évolution des étamines, comme ils se sont présentés pour le calice et la corolle, comme ils se présenteront pour le gynécée.

» Quand les étamines sont en nombre défini, égal (Apocynées, Borraginées, etc.) ou double (Rhododendrées, Caryophyllées, etc.) de celui des pétales, elles naissent toutes à la fois sur chaque cercle, comme cela a lieu pour les pétales. Peu importe que chez les Diplostémones les deux cercles se succèdent dans l'ordre normal progressif (Limnanthées, Cassiées, Papilionacées), ou dans l'ordre régressif centrifuge, que j'ai dénommé *obdiplostémone*, ou diplostémone renversé (Rhododendrées, Rutacées, Caryophyllées, Géraniacées, Oxalidées).

» C'est encore simultanément et en cercle régulier qu'apparaissent les mamelons staminaux, au nombre de cinq, de l'androcée, ainsi originairement isostémone, des Scrofulacées, Gesnéracées, Acanthacées, etc.,

plantes où, par suite d'inégalité de développement ou même d'avortements consécutifs à la naissance, l'androcée est réduit de cinq à quatre ou même à deux étamines, par l'avortement des deux petites étamines de l'androcée didyname.

» A citer, comme exceptions, l'androcée des Labiées et des Verbénacées, qui naît en deux fois, d'avant en arrière (sans que jamais apparaisse, contrairement à l'assertion de Payer, l'étamine dont la place vide est devant la lèvre supérieure de la corolle); ceux de la Gratiole, où il apparaît en trois fois; du *Justicia* et du *Veronica*, réduits congénitalement à deux étamines; de la Capucine, où les huit étamines naîtront, comme elles mûriront, successivement.

» C'est par l'avortement du verticille oppositipétale, dernier-né, que l'androcée obdiplostémone des Géraniacées, Rutacées, Etrassulacées, Rhododendrées, Tamariscinées, est réduit à l'isostémonie dans les *Erudium, Diosma, Crassula, Azalea* et *Tamarix.*

» Quand les étamines sont multiples (Renonculacées, Papavéracées, etc.), elles naissent dans l'ordre spiralé, marquant une double dégradation, et par la multiplicité des organes homologues, et par le retour à la symétrie foliaire.

» Comme pour les androcées diplostémones, l'ordre de naissance peut être ou progressif (Renonculacées, Magnoliacées, Nymphéacées), ou régressif (Tiliacées, Malvacées [1]), Cistacées).

» Chez les androcées polystémones, des avortements peuvent se produire, comme chez les diplostémones, portant aussi sur les étamines dernières nées. Telle est l'origine des staminodes de l'*Aquilegia* et du *Sparmannia*, le premier à naissance centripète, le second à formation centrifuge.

» Il peut cependant se faire que l'avortement porte sur les étamines premières-nées : c'est lorsqu'il y a, consécutivement à la naissance, inversion entre le développement secondaire et la formation première; inversion qui se manifeste : dans l'*Anémone hepatica,* où l'androcée est de formation centripète, puis à développement et maturation de l'anthère centrifuges; dans le *Mesembryanthemum,* où la naissance est, au contraire, centrifuge, comme dans les *Cactus,* groupe voisin, mais à évolution secondaire centripète.

» Les Monocotylédones supérieures ou à double périanthe présentent,

---

(1) Duchartre (*Ann. des Sc. nat.*, 3e série, t. IV) admet l'évolution progressive des étamines et la naissance de celles-ci avant les pétales.

comme les Dicotylédones, les deux types : verticillé défini, spiralé et indéfini, d'androcée, avec cette différence, que la polystémonie y est beaucoup plus rare (Sagittaire, Pandanées).

» Le type verticillé, presque toujours diplostémone, rarement isostémone par l'avortement, soit du verticille externe (Burmanniées), soit du verticille interne (Iridées), est l'état commun des Monocotylédones, où il a plus de fixité que chez les Dicotylédones.

» Je n'ai vu le type obdiplostémone proprement dit, savoir avec étamines oppositisépales, formant le verticille interne, chez aucune Monocotylédone.

» Dans le *Tradescantia* et l'*Eriocaulon*, toutefois, c'est le second verticille, l'oppositipétale, qui naît le premier, représentant l'androcée isostémone des Burmanniées, et le seul verticille fertile de l'*Eriocaulon*.

» La rareté de l'androcée polystémone, la fixité relative du type diplostémone et son évolution généralement centripète ou normale, sont autant de points par lesquels les Monocotylédones se relèvent de leur infériorité générale.

» *Gynécée.* — Les carpelles se présentent, comme les étamines, ou en nombre défini et sur un seul, très rarement sur deux verticilles, ou en nombre indéfini, et alors disposés en tête (*Ranunculus*, *Malope*), ou en épi allongé (*Magnolia*, *Myosurus*), parfois en grand cercle (*Mediola*).

» En nombre défini, ils naissent, comme les étamines et les pétales, simultanément; nombreux, ils se montrent le plus souvent aussi en ordre spiralé.

» Aucune Corolliflore, aucune Gamopétale périgyne, même aucune Dialypétale périgyne n'a de carpelles multiples et en ordre spiralé, signe d'infériorité qui se rencontre, avec les androcées polystémones, chez les Thalamiflores (*Magnoliacées*, *Renonculacées*).

» Dans quelques Malvacées (*Mediola*, *Lavatera*), les carpelles, bien que nombreux, forment un seul verticille sur lequel ils naissent simultanément, comme sur un verticille isocarpellé.

» Dans les Monocotylédones, les carpelles forment, plus souvent que chez les Dicotylédones, un verticille isocarpellé, régulier et complet (Liliacées, Narcissées, Colchicacées, Iridées, Joncées, Palmiers, etc.).

» Quant aux carpelles multiples, ici aussi rares que la polystémonie, ils sont en tête (Sagittaire, *Alisma ranunculoides*, *Pandanus*), ou en cercle (*Alisma Plantago*).

» La rareté de la polycarpie a ici, comme celle de la polystémonie, une signification de relèvement.

RÉSUMÉ.

» Parmi les aperçus qui se dégagent des faits nombreux cités dans la présente étude, on peut retenir les suivants :

» L'existence, ou l'absence d'appendices, classe, comme l'existence ou l'absence d'un axe, les végétaux en deux grandes séries, nettement subordonnées l'une à l'autre.

» Le fait que, dans les Dicotylédones seules, à l'exclusion des Monocotylédones, sont de nombreuses familles à feuilles opposées, familles comprises surtout dans les Gamopétales, ajoute à leurs caractères de supériorité.

» C'est aussi chez les Dicotylédones seules que la corolle présente les préfloraisons tordue et valvaire, répondant au verticille parfait, congénital, où tous les pétales naissent simultanément.

» La préfloraison valvaire du calice, résultat de l'évolution spéciale d'un verticille, né cependant en plusieurs fois, et, par suite, en sépales d'abord inégaux, est encore un attribut des Dicotélydones.

» Les Dicotylédones forment par le nombre, ou limité, ou indéfini, des étamines et des carpelles à symétrie, verticillée dans le premier cas, spiralée dans le second cas, comme deux grands étages, dont l'un, supérieur, a son axe dans les Corolliflores, l'étage inférieur ayant son centre chez les Thalamiflores.

» Les Monocotylédones, inférieures par leurs feuilles en spirale (et à faisceaux du pétiole multiples) par leurs nombreux groupes sans périanthe, etc., se relèvent par le nombre, communément défini, des étamines et des carpelles.

» Dans aucune Monocotylédone n'a été observé d'androcée franchement obdiplostémone ou centrifuge, avec verticille oppositisépale le plus interne. »

PATHOLOGIE. — *Quatrième Note sur les applications de la radioscopie au diagnostic des maladies du thorax;* par M. **Ch. Bouchard.**

« Dans trois Notes précédentes (¹), j'ai prouvé par des exemples que la radioscopie peut rendre à la Médecine interne des services aussi précieux et plus multipliés qu'à la Chirurgie. Elle permet de découvrir les épanche-

(¹) *Comptes rendus,* t. CXXIII; 7, 14 et 28 décembre 1896.

ments pleuraux, de délimiter le liquide, de suivre son retrait graduel; on peut reconnaître même la pleurésie sèche et les épaississements de la plèvre consécutifs aux inflammations de cette membrane; on constate les rétractions qui surviennent à la suite de la pleurésie. J'ai pu, grâce à ce moyen d'exploration, diagnostiquer, même dans les périodes initiales, la tuberculose pulmonaire, suivre sa marche, reconnaître l'existence des cavernes. J'ai diagnostiqué l'adénopathie trachéobronchique, l'ectopie cardiaque, l'hypertrophie du cœur avec battement des oreillettes à droite du sternum, les dilatations et l'anévrisme de l'aorte. Aux notions précédentes, j'ajoute deux ordres de faits nouveaux.

» Chez un homme de quarante-cinq ans, atteint depuis deux mois de dysphagie progressive avec accès de spasme, qui en était arrivé à ne plus pouvoir ingérer que les liquides et chez lequel on avait porté le diagnostic de rétrécissement de l'œsophage sans que rien autorisât à se prononcer avec certitude sur la nature de ce rétrécissement, j'ai pu constater et faire voir aux élèves une tumeur bilobée siégeant à gauche de la quatrième vertèbre dorsale. Je pouvais, dès lors, affirmer qu'il s'agissait d'un cancer de l'œsophage. Neuf jours plus tard, le malade ayant succombé à un pyopneumothorax gangréneux, l'autopsie permettait de vérifier dans tous ses détails notre diagnostic.

» Les faits suivants ont trait au diagnostic de l'insuffisance aortique.

» Un homme, âgé de trente-quatre ans, qui a souffert de fièvres intermittentes, de fièvre typhoïde et de plusieurs accès de rhumatisme aigu, est actuellement atteint d'aortite avec accès angineux. On constate chez lui un double souffle systolique et diastolique à la base. La crosse aortique et la sous-clavière sont soulevées.

» La radioscopie faite en avant montre à droite du sternum, au niveau de la deuxième côte, une ombre formant flux et reflux isochrones aux battements du pouls. L'examen fait par le dos permet de constater les battements d'une autre ombre qui se détache chaque fois de la colonne vertébrale et s'avance vers la gauche au-dessus de l'ombre portée par le cœur, jusqu'à l'ombre de la clavicule. On arrive à constater les mêmes battements aortiques à gauche de la colonne par l'examen fait en avant.

» Une jeune fille de dix-huit ans qui, à la suite de deux attaques de rhumatisme aigu, a vu survenir aux pieds et aux mains les déformations du rhumatisme chronique est atteinte aussi d'insuffisance avec rétrécissement aortique.

» La radioscopie fait constater également chez elle, en avant, une

ombre pulsatile dans le premier espace intercostal et dans le deuxième à droite du sternum. On voit d'autres battements à gauche. A l'examen par le dos, on retrouve très nettement ces mêmes battements à gauche de la colonne, au niveau des troisième et quatrième vertèbres dorsales.

» Chez un homme de 68 ans qui se plaignait d'accidents dyspnéiques et qu'on eut l'occasion d'examiner à l'aide de l'écran phosphorescent avant d'avoir eu encore le loisir de le soumettre à une exploration régulière, on porta le diagnostic d'insuffisance aortique d'après la constatation de battements d'une ombre en avant, à droite du sternum, et d'autres battements en arrière à gauche de la colonne vertébrale. L'examen clinique ordinaire vérifia le diagnostic et permit en particulier de constater le souffle diastolique à la base avec extension vers l'appendice xyphoïde.

» Dans l'insuffisance aortique, la chute brusque de la tension vasculaire due à l'impossibilité d'occlusion des valvules aortiques et le reflux du sang qui en est la conséquence mettent l'aorte dans un état de vacuité relative auquel succède brusquement une réplétion quand survient la systole suivante du ventricule. C'est ce qui donne le pouls bondissant dans l'insuffisance aortique; c'est ce qui permet de constater à l'œil les battements des artères sous la peau; c'est aussi ce qui fait que, grâce aux rayons de Röntgen, on voit battre dans le thorax, chez les malades atteints d'insuffisance aortique, l'aorte ascendante à droite du sternum, l'aorte descendante à gauche de la colonne vertébrale. Quand l'aorte est normale, on ne la voit pas. Quand l'aorte est simplement dilatée, on la voit, mais on ne distingue pas ses battements. L'existence, dans les sièges indiqués, d'une ombre qui bat en avant en s'écartant et se rapprochant des deux bords du sternum, qui bat en arrière en s'écartant et se rapprochant du bord gauche de la colonne vertébrale, est caractéristique de l'insuffisance aortique. »

CHIRURGIE. — *Démonstration par les rayons de Röntgen de la régénération osseuse chez l'Homme à la suite des opérations chirurgicales.* Note de M. **Ollier.**

« J'ai, dans ces vingt dernières années, pu recueillir assez de pièces anatomiques sur d'anciens réséqués, morts accidentellement, pour que la régénération osseuse, à la suite des opérations chirurgicales, ne puisse plus être contestée. Mais la démonstration de ce qu'on peut obtenir chez l'Homme par les résections sous-périostées est encore incomplète, à cause de la rareté

des autopsies portant sur des cas suffisamment probants. Aussi ai-je mis à profit les rayons de Röntgen pour me rendre compte de la forme et des dimensions réelles des masses osseuses de nouvelle formation. Grâce à l'application de cette méthode, on n'a plus à attendre la mort de ses opérés pour prouver, d'une manière irréfutable, la réalité de la régénération osseuse et en déterminer le degré. C'est ce qui me permet de présenter aujourd'hui à l'Académie les résultats de deux opérations exceptionnelles dans lesquelles j'ai enlevé la presque totalité de la diaphyse du tibia avec l'épiphyse inférieure de cet os (c'est-à-dire toute la portion articulaire) et l'astragale correspondant.

» L'ablation simultanée de ces deux os superposés donne un intérêt spécial à ces observations, car lorsque l'ostéo-myélite suppurée du tibia s'est propagée aux os du tarse en amenant la suppuration des articulations péri-astragaliennes, l'amputation de la jambe apparaît généralement aux yeux des chirurgiens comme une indication pressante à remplir. Or, dans les deux cas en question, l'amputation a pu être évitée par l'extraction de toutes les portions osseuses malades, et les opérés ont conservé un membre solide et régulier de forme, qui a recouvré toute son aptitude fonctionnelle au point de vue de la marche et de la station. La palpation des membres opérés et la vue de leur forme et de leur fonctionnement suffisent sans doute à prouver la valeur de l'opération au point de vue orthopédique et fonctionnel, mais la radiographie seule nous donne la forme exacte de l'os reconstitué et la notion précise de ses rapports avec les os voisins. Elle nous donne en outre sur sa structure, sa compacité, des données qui, quoique encore incomplètes, me paraissent du plus haut intérêt. Pour faciliter l'interprétation des résultats obtenus et réduire à leur minimum les causes d'erreur, je soumets à l'Académie les radiographies du membre opéré et du membre sain et des pièces osseuses enlevées. Je dois ces radiographies à M. le Dr Mondan, mon chef de laboratoire.

» Voici le résumé de ces deux observations (1). La première opération a été pratiquée en octobre 1889, chez une fille âgée alors de quinze ans et demi, atteinte depuis six mois d'ostéo-myélite suppurée du tibia, avec invasion des articulations astragaliennes et suppuration tarsienne persistante. J'enlevai un fragment de tibia, long de 28^{cm}, et comprenant toute son épiphyse avec sa malléole. L'os était nécrosé en haut et en avant et

(1) Les détails chirurgicaux de ces deux observations, intéressantes au point de vue pratique, ont été publiés en août dernier dans la *Revue de Chirurgie*.

séparé de son périoste à ce niveau. Partout ailleurs il était encore adhérent, quoique recouvert de couches osseuses sous-périostiques nouvelles que je fus forcé d'enlever sur une partie de la longueur de l'os, à cause de leur infiltration par le pus. Je ne conservai à ce niveau qu'un périoste épaissi ou renforcé par des couches ostéoïdes encore souples. L'astragale, infiltré de pus et déjà soudé par des adhérences osseuses au calcanéum et au scaphoïde, fut enlevé complètement à l'aide du ciseau. Le péroné, quoique atteint d'ostéite, fut seulement abrasé, mais, comme il était plus long que le tibia et faisait tourner le pied en dedans, j'en excisai la malléole externe.

» Cette vaste perte de substance osseuse a été réparée comme le représente la radiographie prise le 1er mai dernier, c'est-à-dire huit ans et demi après l'opération. Le nouveau tibia est manifestement plus épais que le tibia normal dans une grande partie de son étendue. Débordé dans son tiers inférieur par le péroné hyperostosé, son bord externe n'est pas net à ce niveau. Il est presque aussi long que le tibia normal, 38^{cm} contre 40^{cm} pour l'os sain. Sa surface extérieure est un peu bosselée, inégale; sa teinte foncée indique un tissu compact. Sa malléole est très nettement dessinée; la reproduction de cette apophyse avait ici un intérêt particulier pour la constitution de la nouvelle mortaise tibio-tarsienne. L'astragale, comme on devait s'y attendre, d'après mes expériences sur cet os, n'est représenté que par une production osseuse insignifiante comme masse, peu appréciable, du reste, dans la radiographie. C'est le calcanéum qui est remonté dans la mortaise.

» Au point de vue orthopédique et fonctionnel, le résultat est aussi heureux que possible. Le pied est dans une bonne direction, mobile sur la jambe. L'opérée ne porte plus d'appareil tuteur. Elle marche et danse sans fatigue, et peut faire des marches de 10 à 12^{km}.

» La seconde observation a beaucoup d'analogie avec la première. La nécrose du tibia était plus complète, le cylindre diaphysaire, long de 183^{mm}, était presque entièrement séparé; la portion spongieuse juxta-épiphysaire et l'épiphyse étaient infiltrées de pus. Je les ai enlevées, sauf la malléole que j'ai évidée seulement, sa couche périphérique m'ayant paru suffisamment saine pour continuer de vivre. Le tarse était plus gravement atteint; j'ai dû abraser le scaphoïde et évider le calcanéum à la profondeur de 1^{cm} en moyenne. La perte de substance du tibia représentait 22^{cm}. Le périoste était épaissi, mais souple. La malade, âgée aujourd'hui de 16 ans, avait 11 ans au moment où je l'ai opérée.

» Le tibia de nouvelle formation est ici manifestement plus gros que le

tibia sain dans toute sa longueur. Il est plus court de 3cm. Il est moins droit et présente deux sinuosités qui répondent à deux points hyperostosés. Au niveau de l'épaississement supérieur, qui correspond à peu près à la jonction de l'os ancien et de l'os nouveau, la radiographie nous montre un vide, une perforation longitudinale dans la substance de l'os. Il y a eu là simplement production d'un tissu fibreux qui ne s'est pas infiltré de sels calcaires, probablement par suite de la destruction des éléments ostéogènes par la suppuration elle-même au moment de la période aiguë de l'ostéomyélite.

» Le péroné ne présente pas, dans ce cas, l'hyperostose que j'ai signalée dans la première observation. Je n'avais trouvé, au moment de l'opération, qu'un foyer de suppuration au niveau de la portion juxta-épiphysaire, contre le cartilage de conjugaison. Je l'ai évidé et l'ostéite n'a pas continué. Pensant que le cartilage de conjugaison aurait été altéré dans son activité par le voisinage de l'abcès qui siégeait à sa face supérieure, je ne réséquai pas la malléole comme dans le premier cas.

» Le résultat orthopédique et fonctionnel a été aussi satisfaisant et plus rapidement obtenu que dans la première observation.

» L'opérée marche sans claudication, se tient debout ou se promène pendant plusieurs heures de suite et danse sans fatigue. Elle ne porte pour tout appareil qu'une chaussure avec un liège intérieur épais de deux centimètres. Comme elle n'a pas encore achevé sa croissance, elle devra encore être surveillée pendant quelque temps au point de vue de l'allongement du péroné.

» Ces deux opérations, exceptionnelles en ce que les portions enlevées représentent la plus grande partie du squelette de la jambe et l'astragale qui le supporte, m'ont paru des plus propres à montrer la puissance de régénération des os que possèdent les gaines périostiques, et la reconstitution des articulations intermédiaires quand les os adjacents ont été simultanément enlevés. Nous pouvons nous rendre compte des dimensions et des rapports des masses reproduites. Grâce aux rayons de Röntgen, nous voyons clair dans la profondeur des tissus dont nous ne pouvions jusqu'ici apprécier la nature que par leur résistance et dont il était impossible de débrouiller la complexité. J'ajouterai seulement qu'il faut que le tissu osseux de nouvelle formation ait acquis son organisation définitive et toute sa compacité pour pouvoir être nettement délimité. Les cals récents et toutes les formations osseuses nouvelles se laissent facilement traverser par les rayons X et, malgré la solidité qu'ils ont acquise, sont vaguement

indiqués dans la radiographie. Dans nos deux observations, les ossifications nouvelles, datant de huit ans et de cinq ans, se sont trouvées dans les meilleures conditions possibles pour faire voir l'utilité de ce nouveau moyen de démonstration.

» Dans une prochaine Communication, j'aurai l'honneur de soumettre à l'Académie d'autres radiographies qui montreront ce qu'on peut obtenir par d'autres opérations, sur les résultats ostéogéniques desquelles on manque encore de documents positifs. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant dans la Section de Géométrie, pour remplir la place laissée vacante par le décès de M. *Sylvester*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 37,

M. Klein obtient	34 suffrages,
M. Cremona	2

Il y a un bulletin blanc.

M. Klein, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est élu Correspondant de l'Académie.

MÉMOIRES LUS.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Seiches des lacs et ouragan-cyclone.* Note de M. F.-A. Forel.

« Les seiches des lacs sont des vagues d'oscillation fixe, vagues de balancement uninodales, binodales ou plurinodales. A l'origine de chaque série de seiches, nous trouvons toujours une perturbation atmosphérique, variation rapide de la pression, vent descendant, ouragan, trombe, cyclone, à laquelle nous pouvons rattacher l'impulsion initiale qui a provoqué le mouvement pendulaire. (Voir F.-A. Forel, *Le Léman,* t. II, p. 39 et suiv. Lausanne, 1895.)

» Les plus grandes seiches connues sont celles du 3 octobre 1841 [*Seiches de Veinié* (*Comptes rendus,* t. III, p. 829 : Paris, 1841)]; observée

dans le port de Genève, la dénivellation entre le maximum et le minimum de hauteur de l'eau a dépassé $1^m,87$. La plus forte variation barométrique à moi connue, inscrite par un appareil enregistreur, est celle de l'ouragan-cyclone du 10 septembre 1896, observée par le barographe Richard, à la tour Saint-Jacques de Paris : 6^{mm} de mercure en quelques minutes.

» Y a-t-il moyen de relier ces deux valeurs l'une à l'autre? Une variation barométrique de 6^{mm} peut-elle causer une oscillation de seiche de $1^m,9$ à Genève?

» I. Une baisse barométrique de 6^{mm} de mercure, agissant sur l'extrémité d'un lac, y causerait une crue locale de l'eau de 82^{mm} ($6 \times 13,6$). L'action perturbatrice terminée, l'eau retomberait à son niveau, puis, grâce à l'impulsion acquise, descendrait d'autant au-dessous de ce niveau. La dénivellation totale entre le maximum et le minimum serait donc de 163^{mm} ($81,6 \times 2$).

» II. L'expérience nous a appris que, sur le Léman, il y a très fréquemment production simultanée de seiches uninodales et de seiches binodales. Suivant les conditions de l'interférence, les deux mouvements s'additionnent ou s'annulent. Au moment favorable, il peut y avoir doublement de l'amplitude de la seiche simple; dans le cas que nous discutons, production de seiches de 326^{mm} de hauteur (163×2).

» III. Faisons intervenir les circonstances locales. Genève est à l'extrémité occidentale du Léman, au fond d'un golfe long, étroit et peu profond; de ce fait, l'amplitude des mouvements d'oscillation y est exagérée. De même qu'au fond de la baie de Fundy, la marée de l'Océan prend des dimensions extraordinaires, de même l'amplitude des mêmes seiches est, à Genève, quatre fois plus haute qu'à l'extrémité opposée du lac, à Chillon. C'est prouvé par l'observation simultanée d'appareils enregistreurs aux deux bouts du lac. Donc les seiches, qui auraient eu à Chillon 33^{cm} de hauteur, auraient atteint à Genève $1^m,30$ (326×4).

» IV. Mais l'observatoire de Genève (M. Ph. Plantamour, à Sécheron), qui nous a permis de constater ce rapport de grandeur de 4 à 1 entre les seiches de Genève et celles de Chillon, est situé à plus de 1^{km} en amont du point où Veinié observait ses seiches, en 1841. Entre deux, le lac est rétréci par divers obstacles, et, en particulier, par un banc de sable qui modifie notablement l'impulsion des seiches. D'après les observations de M. Ed. Sarasin, les seiches du port de Genève (pont de la Machine) ont une amplitude une fois et demie plus grande que celles de Sécheron. En

multipliant la valeur trouvée à Sécheron, $1^{m},30$, par 1,5, nous obtenons $1^{m},95$.

» Les mêmes seiches qui, causées par une variation barométrique de 6^{mm} de mercure, auraient eu, au moment le plus favorable de l'interférence des uninodales et des binodales, à Chillon 33^{cm}, à Sécheron $1^{m},30$, auraient atteint $1^{m},95$ au limnimètre de la machine hydraulique où Veinié faisait ses observations, le 3 octobre 1841.

» Donc, les variations barométriques connues suffisent à expliquer l'amplitude extraordinaire des plus grandes seiches observées avec précision. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. Sitanath Chakrabarthy soumet au jugement de l'Académie un Mémoire ayant pour titre : « Converse theory of binomial theorem ».

(Commissaires : MM. Darboux, Picard.)

M. Lewis Germain adresse un Mémoire sur les propriétés médicinales de l'*Œnothera biennis*.

(Renvoi à la Section de Botanique.)

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Les Œuvres mathématiques d'*Évariste Galois*, publiées sous les auspices de la Société mathématique de France. (Présentées par M. Picard.)

2° La liste des souscriptions recueillies en Portugal pour le monument de Lavoisier. (Adressée par M. A.-J. Ferreira da Silva, au nom de la Commission portugaise.)

M. Souillart, nommé Correspondant pour la Section d'Astronomie, adresse ses remercîments à l'Académie.

GÉOMÉTRIE. — *Sur les courbes dont les tangentes appartiennent à un complexe.* Note de M. A. **Demoulin**, présentée par M. Darboux.

« Soient D une droite appartenant à un complexe quelconque, et O un point pris arbitrairement sur cette droite. Considérons les courbes C dont les tangentes font partie du complexe et qui touchent en O la droite D.

» *Il existe,* en général, *la même relation linéaire entre la courbure et la torsion de chacune de ces lignes, au point* O.

» Pour le démontrer, soit $f(\alpha, \beta, \gamma, p, q, r) = 0$ l'équation du complexe par rapport à trois axes rectangulaires Ox, Oy, Oz, l'axe Oz coïncidant avec la droite D. Exprimons les coordonnées d'un point quelconque de l'une des courbes C en fonction de l'arc s de cette courbe; les coordonnées de la tangente en ce point seront

$$\alpha = x', \quad \beta = y', \quad \gamma = z', \quad p = yz' - zy',$$
$$q = zx' - xz', \quad r = xy' - yx',$$

et l'on aura

$$f(x', y', z', yz' - zy', zx' - xy', xy' - yx') = 0.$$

» Prenons les dérivées première et seconde de cette équation, il viendra

$$\mathbf{S}\frac{\partial f}{\partial \alpha}x'' + \mathbf{S}\frac{\partial f}{\partial p}(yz'' - zy'') = 0,$$
$$\mathbf{S}\frac{d}{ds}\frac{\partial f}{\partial \alpha}x'' + \mathbf{S}\frac{\partial f}{\partial \alpha}x''' + \mathbf{S}\frac{d}{ds}\frac{\partial f}{\partial p}(yz'' - zy'')$$
$$+ \mathbf{S}\frac{\partial f}{\partial p}(yz''' - zy''' + y'z'' - z'y'') = 0.$$

» A l'origine des coordonnées, $x'_0 = 0, y'_0 = 0, z'_0 = 1, z''_0 = 0, \left(\frac{\partial f}{\partial \gamma}\right)_0 = 0$ et les équations ci-dessus se réduisent à

$$(1) \qquad \left(\frac{\partial f}{\partial \alpha}\right)_0 x''_0 + \left(\frac{\partial f}{\partial \beta}\right)_0 y''_0 = 0,$$

$$(2) \quad \left(\frac{d}{ds}\frac{\partial f}{\partial \alpha}\right)_0 x''_0 + \left(\frac{d}{ds}\frac{\partial f}{\partial \beta}\right)_0 y''_0 + \left(\frac{\partial f}{\partial \alpha}\right)_0 x'''_0 + \left(\frac{\partial f}{\partial \beta}\right)_0 y'''_0 + \left(\frac{\partial f}{\partial p}\right)_0 y''_0 + \left(\frac{\partial f}{\partial q}\right)_0 x''_0 = 0.$$

» Envisageons maintenant les divers cas qui peuvent se présenter.

» 1° *La droite* D *n'est pas singulière.* — L'équation (1) montre que toutes les courbes C ont, au point O, même plan osculateur, ce qui est bien

connu. Prenons ce plan pour plan des xz; il en résultera d'abord $y''_0 = 0$, $\left(\frac{\partial f}{\partial \alpha}\right)_0 = 0$, puis $\left(\frac{d}{ds}\frac{\partial f}{\partial \alpha}\right)_0 = \left(\frac{\partial^2 f}{\partial \alpha^2}\right)_0 x''_0$. L'équation (2) devient, par suite,

$$\left(\frac{\partial^2 f}{\partial \alpha^2}\right)_0 x''_0 + \left(\frac{\partial f}{\partial \beta}\right)_0 \frac{y'''_0}{x''_0} + \left(\frac{\partial f}{\partial q}\right)_0 = 0.$$

» Or, la courbure $\frac{1}{\rho}$ et la torsion $\frac{1}{\tau}$ de la courbe C, au point O, sont respectivement égales à x''_0 et $\frac{y'''_0}{x''_0}$. On a donc finalement, A, B, C étant des constantes,

$$\frac{A}{\rho} + \frac{B}{\tau} + C = 0.$$

» Cette relation peut s'écrire

$$\text{(A)} \qquad \frac{\rho_p}{\rho} + \frac{\tau_0}{\tau} = 1,$$

si l'on désigne par ρ_p le rayon de courbure de la courbe du complexe située dans le plan xOz et par τ_0 l'expression $k + \frac{r^2}{k}$, dans laquelle k est le paramètre de l'un quelconque des complexes linéaires tangentes relatifs à la droite D et r la distance du point O à l'axe central de ce complexe.

» La formule (A) conduit au théorème suivant :

» *Un point* M *étant pris arbitrairement sur une courbe tétraédrale symétrique, considérons la cubique gauche tangente en* M *à cette courbe et passant par les sommets du tétraèdre de symétrie. Cela posé, le rapport des torsions des deux courbes, au point* M, *est indépendant de la position de ce point sur la courbe tétraédrale*.

» 2° *La droite* D *est singulière, mais le point* O *ne coïncide pas avec le point de contact de cette droite avec la surface de singularités.* — Dans ce cas encore, le plan osculateur est déterminé. Faisons comme plus haut, $y''_0 = 0$, d'où $\left(\frac{\partial f}{\partial \alpha}\right)_0 = 0$. On a, d'autre part, $\left(\frac{\partial f}{\partial \beta}\right)_0 \neq 0$, sinon les axes centraux des complexes linéaires tangents passeraient par le point O. Concluons de là $\left(\frac{\partial f}{\partial q}\right)_0 = 0$. A cause de ces différentes égalités, la relation (2) se réduit à la suivante : $\frac{\rho}{\tau} = \text{const.}$

» 3° *La droite* D *est singulière et touche en* O *la surface de singularités.* — On a $\left(\frac{\partial f}{\partial \alpha}\right)_0 = 0$, $\left(\frac{\partial f}{\partial \beta}\right)_0 = 0$, et le plan osculateur est indéterminé. Considérons celles des courbes C qui ont même plan osculateur ; ce plan étant

pris comme plan des xz, on aura $y''_0 = 0$ et la formule (2) donnera $\rho =$ const. Il reste à examiner le cas où les coefficients $\left(\frac{\partial^2 f}{\partial \alpha^2}\right)_0$, $\left(\frac{\partial f}{\partial q}\right)_0$ seraient nuls.

» La formule (A) doit être substituée à un théorème que nous avons énoncé dans une Note insérée aux *Comptes rendus* (séance du 1er août 1892) et en vertu duquel deux courbes appartenant par leurs tangentes à un complexe, et tangentes en un point, auraient, en ce point, même torsion. Cet énoncé se trouve également dans l'Ouvrage récent de M. Sophus Lie, *Geometrie der Berührungstransformationen*, p. 308. »

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Sur quelques applications de la théorie des systèmes cycliques*. Note de M. C. **Guichard**, présentée par M. Darboux.

« Je rappelle d'abord quelques définitions : Deux réseaux de courbes conjuguées, tracées sur des surfaces S et S', sont dits *parallèles* si les tangentes aux courbes correspondantes, aux points correspondants, sont parallèles. On peut supposer que la surface S' se réduise à un point fixe O; on fera correspondre, à chaque point M de la surface S, deux droites menées par O parallèlement aux tangentes conjuguées qui passent par M. Le système ainsi défini est ce que j'appelle le *réseau-point*, correspondant au réseau conjugué de S.

» Deux congruences sont dites *parallèles*, si les développables se correspondent, et si les droites correspondantes sont parallèles.

» Un réseau de courbes et une congruence sont *harmoniques*, si les développables de la congruence correspondent aux courbes du réseau et si les foyers de la congruence sont placés sur les tangentes aux courbes du réseau.

» On démontre facilement la propriété suivante :

» *Si deux réseaux sont parallèles, toute congruence harmonique à l'un est parallèle à une congruence harmonique à l'autre.*

» Ce théorème subsiste si l'un des réseaux est un réseau-point.

» Inversement :

» *Si deux congruences sont parallèles, tout réseau harmonique à l'une est parallèle à un réseau harmonique à l'autre.*

» Un réseau est dit *cyclique*, s'il reste conjugué sur une déformée de la surface sur laquelle il est tracé.

» Une congruence est *cyclique*, si elle est formée par les axes de cercles normaux à une infinité de surfaces.

» Il résulte de tous les travaux qui ont été faits jusqu'ici les propriétés suivantes :

» *La propriété caractéristique d'un réseau cyclique est d'être harmonique à une congruence de normales.*

» *La propriété caractéristique d'une congruence cyclique est d'être harmonique à un réseau de lignes de courbure.*

» Cela posé, soient (C) un système cyclique, (O) le système cyclique point correspondant, AB une congruence de normales harmonique à (C); (O) sera harmonique à une congruence RS parallèle à AB; RS sera donc une congruence de normales. D'où le théorème suivant :

» *Les réseaux cycliques points s'obtiennent en joignant un point fixe aux centres de courbure d'une surface.*

» Je vais indiquer deux applications de ce théorème :

» 1° *Trouver les surfaces dont les centres de courbure sont vus d'un point fixe sous un angle droit* (¹).

» Soient O le point fixe, R et S les centres de courbure d'une surface cherchée, Oy et Oz les droites OR et OS, Ox la normale au plan yOz. Le réseau point yOz est à la fois cyclique et orthogonal : donc (théorème de Bonnet) Ox *est la représentation sphérique d'une surface à courbure totale constante.*

» La congruence RS, étant harmonique au réseau orthogonal yOz, est une congruence cyclique; elle est d'ailleurs, par hypothèse, congruence de normales. Donc, d'après le théorème de Bonnet :

» *Les surfaces cherchées ont même représentation sphérique que les surfaces à courbure totale constante.*

» Inversement, si Ox est la représentation sphérique d'une surface à courbure totale constante, il existera dans le plan yOz un cercle (il y en a même une infinité, mais ils se déduisent de l'un d'eux) normal à une série de surfaces. Toutes ces surfaces satisfont à la question posée. On les obtient par la résolution d'une équation de Riccati. Si donc l'une d'elles est connue, les autres s'en déduisent par quadratures.

» Remarquons maintenant que la congruence polaire réciproque de RS par rapport à une sphère de centre O jouit des mêmes propriétés que cette congruence. On voit alors comment, d'une surface satisfaisante, on peut,

---

(¹) DARBOUX, *Leçons sur la Théorie des surfaces*, IVᵉ Partie, n° 1073.

par des quadratures, en déterminer d'autres. La transformation qui se présente ici est identique, au point de vue analytique, à la transformation Bianchi-Ribeaucour pour les surfaces à courbure totale constante.

» 2° *Trouver les surfaces telles que les plans menés par une droite fixe et les centres de courbure soient rectangulaires.*

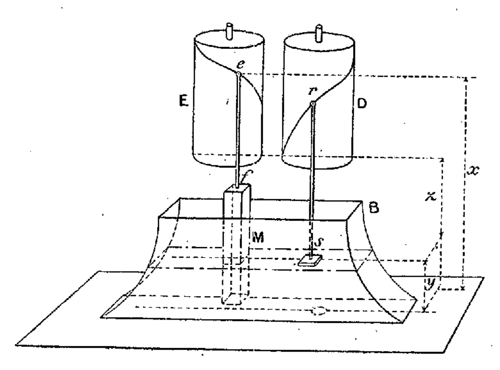
» Soient Oz la droite fixe, O un point fixe de cette droite, R, S les centres de courbure d'une surface satisfaisante; ORS est un réseau cyclique point qui se projette sur un plan perpendiculaire à Oz suivant un réseau orthogonal.

» J'ai déterminé ces réseaux cycliques particuliers dans mon Mémoire *Sur la déformation des surfaces* (*Journal de Mathématiques*, 1896, voir p. 165, et *la Théorie des surfaces* Σ, p. 139 et 149).

» Comme dans l'application précédente, si l'on connaît une surface satisfaisante, on pourra, par quadratures, en déterminer une infinité d'autres ayant leurs centres de courbure dans le plan ORS. On pourra ensuite en déduire d'autres en déplaçant le point fixe O sur Oz. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur un procédé d'intégration graphique des équations différentielles*. Note de M. **Michel Petrovitch**, présentée par M. Appell.

« Concevons un appareil, construit de la manière suivante. Deux cylindres verticaux E et D, de même diamètre, tournent, par l'action



d'un mécanisme d'horlogerie, avec une vitesse uniforme autour de leurs axes. A l'extrémité f d'une tige ef, pouvant glisser verticalement, est fixé un corps solide prismatique M. Supposons que l'on fasse immerger ce corps M plus ou moins profondément dans le mercure, contenu dans un vase B,

ayant deux faces parallèles au plan de figure, deux autres faces cylindriques, perpendiculaires à ce plan, et la face inférieure plane et horizontale. Imaginons qu'en même temps le mercure s'écoule à travers un orifice O, pratiqué sur la face inférieure du vase B, dont on peut régler la largeur à volonté.

» Le niveau du mercure montera ou s'abaissera suivant que le corps M y est immergé plus ou moins profondément. La forme du corps M, celle du vase B et la largeur de l'orifice O une fois fixées, la loi de variation de la hauteur y du niveau (comptée à partir d'un plan horizontal fixe, par exemple à partir de la face inférieure du vase B) avec le temps t dépendra de la façon dont on fait immerger le corps M, c'est-à-dire de la loi de variation de la distance x entre l'extrémité e de la tige ef et la face inférieure du vase B avec le temps.

» Or on peut assujettir x à être une fonction $f(t)$, donnée à l'avance, du temps t, de la manière suivante. Supposons que sur le cylindre E soit enroulé un papier, sur lequel est tracée la courbe $\eta = f(\xi)$, l'abscisse ξ étant comptée le long de la périphérie de la base du cylindre, et l'ordonnée η le long des génératrices, à partir du plan fixe de la base du vase B. En prenant pour l'unité de longueur celle de l'arc, parcouru par un point quelconque du cylindre dans l'unité de temps, on aura

$$\eta = f(t).$$

» Assujettissons l'extrémité e de la tige ef à se trouver à chaque instant sur la courbe $\eta = f(t)$, par exemple en la guidant par la main, à mesure que le cylindre tourne; on aura alors à chaque instant

$$x = f(t).$$

» Désignons par a l'aire de la section horizontale du corps M; par z la distance entre la base du cylindre E et le plan du niveau du mercure; par $\Phi(y)$ l'aire de la section horizontale du vase B à la hauteur y au-dessus de sa face inférieure. Si, dans l'intervalle de temps dt, on fait immerger le corps M de sorte que x se change en $x - dx$, et y en $y + dy$, la quantité du liquide qui s'est élevé au-dessus du niveau y sera

$$[\Phi(y) - a]\,dy.$$

» Cette quantité est égale à la différence de la quantité du liquide déplacé par le corps M, quand celui-ci sera immergé de dz, et celle qui s'est

écoulée par l'orifice q pendant le temps dt. On en tire l'équation

$$[\Phi(y) - a]\, dy = a\, dz - \lambda \sqrt{y}\, dt$$

où

$$\lambda = \mu \Omega \sqrt{2g}$$

(μ étant le coefficient de contraction du mercure, Ω l'aire de l'orifice O et g la constante de gravitation). Et, comme l'on a à chaque instant

$$z = x - y = f(t) - y,$$

l'équation différentielle du problème sera

$$(1) \qquad \Phi(y) \frac{dy}{dt} + \lambda \sqrt{y} - a f'(t) = 0.$$

L'intégrale $y = \varphi(t)$ qui, pour $t = 0$, prend la valeur $y = h$, égale à la valeur initiale de la hauteur du niveau, représente la loi de variation de cette hauteur avec le temps. L'extrémité r de la tige rs, qui, munie à son extrémité inférieure s d'un flotteur, glisserait verticalement à travers un tube l' à mesure que le niveau monte ou descend, tracera cette intégrale sur le papier enroulé sur le cylindre D.

» On a ainsi l'intégration graphique de toutes les équations de la forme (1) et de celles qui s'en déduisent par les changements de la forme

$$t = \Psi(\xi), \qquad y = \theta(u);$$

il n'y a, pour cela, qu'à choisir convenablement les fonctions $\Phi(y)$ et $f(t)$, c'est-à-dire la forme du vase B et celle de la courbe tracée sur le cylindre E.

» En donnant, par exemple, au vase B une forme telle qu'on ait

$$\Phi(y) = \frac{1}{4\sqrt[4]{y}},$$

et en traçant sur le cylindre E la courbe correspondant à

$$f(t) = a \int \chi(t)\, dt,$$

la courbe (y, t), tracée par l'extrémité r de la tige rs sur le cylindre D, sera telle, qu'à chaque instant la valeur $\sqrt[4]{y(t)}$ est égale à la valeur correspondante de l'intégrale $u(t)$ de l'équation de Riccati

$$\frac{du}{dt} = \chi(t) - \lambda u^2,$$

qui pour $t = 0$ prend la valeur $\sqrt[4]{h}$, h désignant la hauteur initiale du niveau.

» Des principes analogues s'appliquent à bien d'autres types d'équations. On conçoit facilement la possibilité de construire plusieurs espèces de nouveaux intégraphes de constructions simples, fondées sur le principe précédent. Enfin, on aura de nouveaux types d'équations intégrables graphiquement, en donnant au corps M des formes différentes ou en faisant varier l'aire de l'ouverture O avec le temps, suivant des lois données. »

PHYSIQUE — *Sur les rayons cathodiques et quelques phénomènes dans les tubes à vide*. Note de M. C. **Maltézos**, présentée par M. A. Cornu.

« Nous avons fait des observations (1) dans les tubes à vide, dont nous demandons à l'Académie la permission de lui communiquer les plus intéressantes.

» Le tube utilisé avait la forme d'une poire, les électrodes se terminant à deux disques en aluminium, dont l'un était placé à l'extrémité étroite du tube, tandis que l'autre était dans la partie renflée, les surfaces des deux disques étant perpendiculaires entre elles. A l'anticathode se forment un anneau lumineux et une tache centrale.

» Si le disque, dans la partie étroite, sert comme cathode, voici les phénomènes que nous avons observés :

» 1. Si nous touchons, avec le doigt, le tube près du disque cathodique, on observe *attraction des rayons cathodiques; alors le verre sous le doigt est rendu plus phosphorescent, et tout le faisceau cathodique se dévie vers la main. On voit en même temps que, sur l'anneau anticathodique, la phosphorescence devient plus forte vers le doigt, et la tache centrale subit une transformation comme si elle était soumise à une pression, de circulaire étant devenue elliptique*, dont le petit axe se dirige vers le doigt. La concentration de la phosphorescence suit la main, se déplaçant avec elle dans le même sens. En même temps, se déplace le foyer des rayons X; car, sur l'écran phosphorescent de Röntgen, on voit une partie plus brillante se déplaçant avec la main.

» Il n'y a attraction des rayons cathodiques que dans le cas où la main, ou un corps conducteur communiquant au sol, touche le tube autour de la

(1) Les expériences ont été exécutées au laboratoire de Physique de l'Université d'Athènes, avec l'assistance de mon aide, à l'École militaire, M. le Dr C. Botsis.

cathode, si la distance du point de contact et l'intensité du courant sont convenables.

» Le phénomène a aussi lieu si l'on y touche avec une des armatures d'une bouteille de Leyde, dont l'autre armature communique au sol. La bouteille se remplit d'électricité que nous avons trouvée être *positive*. Cela indique que tout conducteur, touchant la paroi externe du tube, *s'électrise par influence*, et que l'électricité qui influe est négative. Le corps électrisé négativement se trouve dans le tube, et, comme on sait, d'une expérience de M. J. Perrin, que les rayons cathodiques portent de l'électricité négative, on peut en conclure l'existence de matière, le long des rayons cathodiques, qui influe.

» 2. Si le phénomène précédent est dû, sans contredit, à l'influence électrostatique, on ne peut pas attribuer à la même cause le phénomène du même ordre que voici :

» Si le fil conducteur qui va de la cathode à la bobine est posé près du tube, ou en contact avec lui, le faisceau s'attire aussi vers le fil; et si une série d'étincelles éclate entre le fil et le tube, le faisceau cathodique s'attire et revient à sa position primitive alternativement. Il faut ici noter que l'électricité du fil est aussi négative; par conséquent, si le phénomène était dû à l'influence électrostatique, on aurait répulsion.

» *Le phénomène est dû à l'action électromagnétique entre le courant qui part de la cathode suivant le fil et le courant de la matière cathodique;* en effet, les deux courants sont de même sens, si on les considère comme parallèles, ou s'éloignant en même temps du point de leur rencontre.

» Le premier phénomène montre que, dans le phénomène cathodique, il y a de la matière électrisée influant; le second montre aussi que cette matière chemine le long des rayons cathodiques, partant de la cathode.

» 3. Le premier phénomène se complète ainsi. Il y a devant l'anode une lumière bleuâtre qui, examinée au spectroscope, donne le spectre linéaire de l'azote. Si donc on touche le tube avec le doigt à un point de la partie renflée, *la lumière anodique subit une répulsion énergique* (1). La même

---

(1) La répulsion de la lumière anodique a toujours lieu, tandis que pour l'attraction cathodique il faut, comme on a vu, des conditions spéciales. Cela peut être expliqué par le peu de mouvement que doit posséder la matière dans la lumière anodique.

Les stratifications, dans les tubes Geissler, subissent aussi de la répulsion par la main ou par un conducteur communiquant au sol. Une bouteille de Leyde, touchant

chose a lieu si l'on intervertit le sens du courant, quand toute l'étendue étroite se remplit par la lumière anodique. Cette lumière ne paraît pas être en contact avec la paroi.

» Cette répulsion pourrait être expliquée en supposant qu'aux parties dont il s'agit de la paroi externe du tube le corps communiquant au sol prend de l'électricité négative. Mais cela n'est pas vrai. *La lumière anodique est donc constituée de matière portant de l'électricité positive*. Or l'électricité que prend la bouteille de Leyde provient par influence. *Il existe donc dans le tube de la matière électrisée négativement, et elle ne peut pas être celle qui entre dans la lumière anodique*. Cette matière doit être gazeuse, placée près de la paroi du tube, et il est naturel que l'électricité négative pénètre aussi dans la paroi du tube.

» 4. Si, maintenant, on examine le système anticathodique, on voit qu'il se compose d'une tache centrale, peu lumineuse, et d'anneaux alternativement obscurs et brillants, et que la même chose s'observe sur l'écran phosphorescent de Röntgen, ce qui montre que le foyer principal des rayons X a la même forme, se composant, sur le verre, d'anneaux alternativement très actifs et moins actifs.

» Pour mieux examiner ce phénomène, nous avons cherché aussi ce qui se passe dans les tubes à vide de forme sphérique, où les électrodes sont des fils d'aluminium, de longueur double l'un de l'autre.

» *Quand le long fil sert comme cathode, nous n'avons pas sur la paroi du tube toute une zone phosphorescente, de hauteur égale à la longueur de l'électrode, mais des bandes parallèles au fil alternativement brillantes et obscures*.

» J'ai mesuré, pour l'un des tubes, plus de vingt bandes brillantes. La même chose a lieu avec le court fil comme cathode, avec la différence qu'il y a aussi des circonférences lumineuses dont le plan est perpendiculaire aux bandes. Ces bandes lumineuses ne s'observent que sur le verre, contrairement à ce qui arrive pour les stratifications dans les tubes Geissler.

» Ce phénomène montre que toute la surface de la cathode n'est pas

---

le tube *tout près de la cathode, prend de l'électricité négative, tandis que là où commencent les couches de lumière stratifiée la bouteille prend de l'électricité positive*. La matière des couches est donc électrisée positivement.

Dans la partie renflée du tube Geissler contenant l'anode j'ai fait l'observation curieuse suivante : sous le doigt en contact avec la paroi interne, il y a concentration de lumière et répulsion de la couche, comme s'il y avait, entre la matière des couches et le verre, d'autre matière électrisée négativement.

centre de rayons cathodiques, ou du moins des plus énergiques, mais seulement des régions ou plutôt des lignes de celles-ci (ayant la forme des lignes nodales). Sur la cause ou l'origine de ce phénomène, je ne me prononce pas.

» 5. Enfin, si l'intensité du courant augmente, le diamètre des anneaux lumineux diminue (mesurés : de 22^{mm} à 19^{mm} et de 39^{mm} à 35^{mm}). Ce phénomène peut être expliqué par la visibilité de nouvelles bandes avec l'augmentation de l'intensité (phénomènes de M. Birkeland), ou par l'augmentation de la vitesse des rayons cathodiques et, par conséquent, de l'attraction électrodynamique des rayons. »

PHYSIQUE. — *Sur la transparence de l'ébonite*. Note de M. **Perrigot**, présentée par M. Mascart.

« Dans une Note communiquée à l'Académie le 20 avril dernier, nous avons montré que les plaques d'ébonite sont transparentes et que les phénomènes attribués à la lumière noire s'expliquent par le fait bien connu de l'inversion photographique.

» Nous avons repris ces recherches, en nous entourant des précautions les plus minutieuses, avec des lames d'ébonite de $0^{mm},5$ d'épaisseur parfaitement polie et des pellicules Carbutt. L'ébonite paraît agir à la façon d'un écran coloré. Si, en effet, on examine une plaque d'ébonite mince interposée sur un faisceau intense de lumière blanche, l'œil aperçoit un éclairement faible dans lequel dominent les radiations rouge orangé. En reprenant alors les expériences relatées dans notre première Note, mais en nous servant de plaques orthochromatiques particulièrement sensibles au rouge et au jaune (plaques Lumière, série B), nous avons obtenu toujours les mêmes résultats, mais *notablement* plus marqués.

» Les lames de 2^{mm} d'épaisseur ne paraissent pas transparentes pour l'œil, mais elles transmettent encore l'impression photographique, particulièrement quand on fait usage de plaques sensibles au rouge. En outre, si l'on reprend les expériences qui ont fait l'objet de notre première Communication avec des plaques d'ébonite de 2^{mm} et qu'on fasse usage d'une lumière intense comme la lumière solaire ou la lumière électrique, on obtient encore les mêmes résultats, soit inverses, soit directs, suivant que la plaque photographique a reçu ou non une exposition préalable.

» La conclusion à laquelle nous sommes parvenu est ainsi en parfaite

concordance avec les expériences signalées par M. H. Becquerel, dans la dernière séance. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Nouvelles déterminations de la pesanteur.* Note de M. **J. Collet**, présentée par M. Lœwy.

« Il y a plus d'un an que, poursuivant mes recherches sur la distribution de la pesanteur le long du parallèle moyen, j'ai déterminé la gravité en trois nouvelles stations situées dans le voisinage de ce parallèle : Aurillac et Saint-Pierre-le-Chastel dans le Plateau central, et, de l'autre côté des Alpes, Turin, où j'ai reçu le précieux concours de M. Francesco Porro, directeur de l'observatoire royal de cette ville.

» Saint-Pierre-le-Chastel, qui est un peu au nord du parallèle moyen, a été choisi en raison de sa situation sur le parallèle de Clermont où Biot et Mathieu avaient opéré en 1808.

» Si j'ai différé jusqu'à ce jour la publication de mes derniers résultats, c'est que je me proposais de les compléter par quelques observations intermédiaires faites notamment sur le plateau des Cévennes, à Saint-Agrève, dans l'intervalle Aurillac-Valence, et, ailleurs, au col du Lautaret, au centre des Alpes, pour contrôler le résultat que j'ai obtenu en 1893 à la Bérarde, et relier les stations de Grenoble et de Turin. Cela m'aurait fourni, le long du parallèle moyen, de l'océan à Turin, au travers du Plateau central et des Alpes, une chaîne de stations assez rapprochées pour mettre en évidence les particularités présentées par la distribution de la pesanteur.

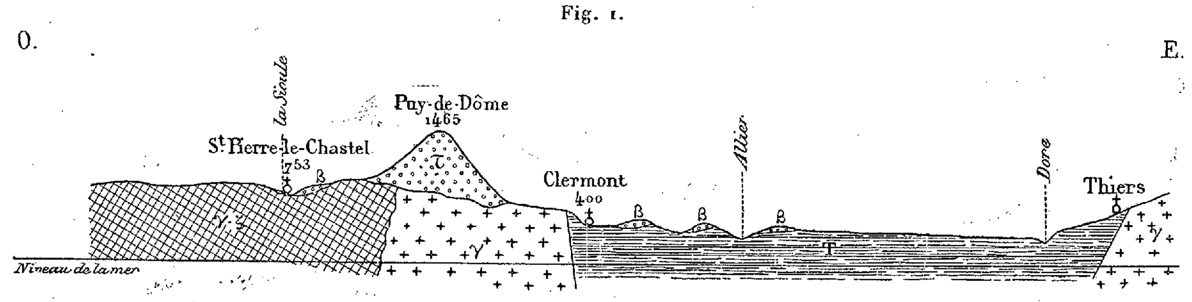
» Mais la permanence du mauvais état de l'atmosphère pendant les vacances de 1896 ne m'a pas permis d'effectuer les expériences projetées et préparées; d'autre part, le défaut actuel de ressources m'obligeant d'ajourner à une époque indéterminée la réalisation de mon programme, je me décide à publier aujourd'hui les résultats de mes expériences dans les trois stations de Saint-Pierre-le-Chastel, Aurillac et Turin, en les accompagnant de quelques renseignements sommaires.

» *Saint-Pierre-le-Chastel* (16-18 août 1895) (longitude : 0°30′13″ E; latitude : 45°48′; altitude : 753^m) (¹). — Les appareils pendulaires, grâce à l'obligeance du

(¹) J'ai constaté à Saint-Pierre-le-Chastel une anomalie magnétique considérable, en mesurant la déclinaison pour laquelle j'ai trouvé une valeur qui surpasse de 2°12′ celle qui serait déduite de l'*Annuaire du Bureau des Longitudes*.

curé, ont été installés dans l'église même, où la température est demeurée sensiblement constante pendant toute la durée des expériences. Les observations astronomiques étaient faites dans le cimetière, contigu à l'église. Quant au sol sous-jacent, dont la constitution intervient dans la réduction au niveau de la mer, il est formé d'une coulée basaltique horizontale ($d=2,9$) recouvrant des micaschistes ($d=2,69$) qui s'enfoncent à une grande profondeur. La densité moyenne du sous-sol, jusqu'au niveau de la mer, a été évaluée à 2,73.

Fig. 1.



Coupe théorique, suivant le parallèle, du Puy-de-Dôme, d'après Mr Kilian.
Échelle des longueurs 0 5 10 20^{km}. *Hauteurs quintuplées.*

» *Aurillac* (25-27 août 1895) (longitude : 0°6′22″ E; latitude : 44°55′43″; altitude : 640^m). — Les expériences ont été faites dans le lycée. Le sous-sol est formé d'épanchements trachytiques ($d=2,75$) d'une épaisseur de 200^m environ, recouvrant des granites ($d=2,70$). Densité moyenne, 2,73.

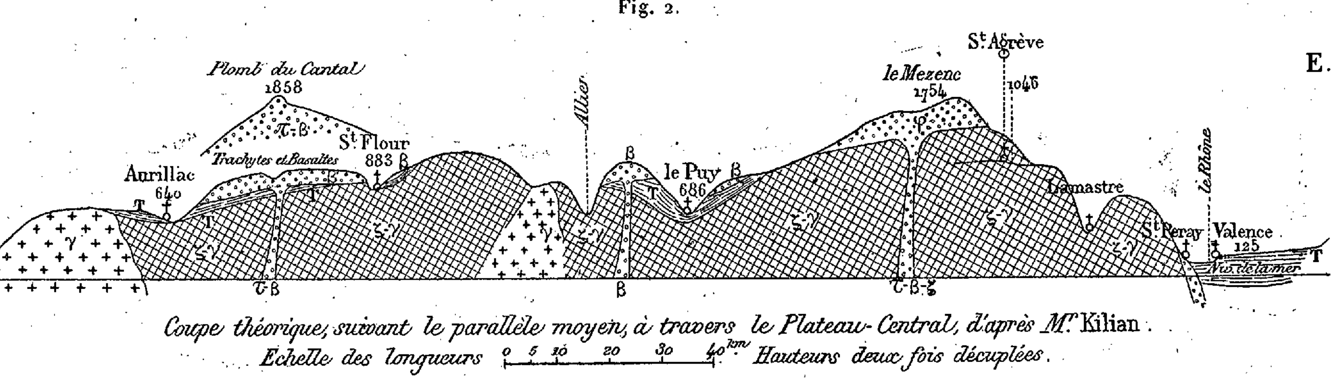
» *Turin* (1-3 avril 1896) (longitude : 5°21′30″ E; latitude : 45°4′8″; altitude : 232^m,7). — Les expériences ont été faites au Palais-Madame qui renferme l'observatoire royal. Les vastes et profonds souterrains du palais ont fourni, pour les appareils pendulaires, des conditions parfaites d'installation avec une température constante. Les observations astronomiques ont été obligeamment faites par M. Porro, assisté du Dr Balbi. Je ne saurais assez les remercier l'un et l'autre pour leur précieux concours. Quant au sous-sol, il est formé d'alluvions quaternaires d'une épaisseur inconnue, supérieure à 150^m, recouvrant des formations tertiaires. La densité moyenne de l'ensemble, jusqu'au niveau de la mer, a été estimée égale à 2.

Tableau résumé des observations.

	T.	T—T′.	τ.	θ.	T à 15°.	g.
				°		
St-Pierre-le-Chastel..	711 3650	1062	711 5229	16.8	711 5112	9,80559
Aurillac............	711 4026	985	711 5491	19.62	711 5191	9,80537
Turin..............	711 3046	1075	711 4645	9.3	711 50155	9,80585

	Altitude.	Latitude.	Densité.	g_0.	g_1.	g_0-g_1.
		° ′ ″				
St-Pierre-le-Chastel..	753	45.48	2,73	9,80705	9,80752	−0,00047
Aurillac............	640	44.55.46	2,73	9,80661	9,80682	−0,00021
Turin..............	233	45. 4. 8	2	9,80637	9,80694	−0,00057

Fig. 2.



Coupe théorique, suivant le parallèle moyen, à travers le Plateau-Central, d'après Mr Kilian.
Echelle des longueurs 0 5 10 20 30 40 km. Hauteurs deux fois décuplées.

Légende

γ	Roches granitiques	Densité moyenne	2,69
ζ-γ	Roches cristallines (gneiss) et granitiques	"	2,69
ζ	Gneiss	"	2,69
P	Terrain primaire	"	2,60
H	" houiller	"	2,55
TP	" permien et triasique	"	2,50
J¹ J²	" jurassique	"	2,55
C	" crétacé	"	2,30
T	Tertiaire et quaternaire	"	1,9-2
τ-β	Roches volcaniques: Trachytes (τ), Phonolithes (φ)		2,70 } moy. 2,80
	Basaltes (β), Laves		2,90-3 } moy. 2,80

» Dans ce Tableau, g désigne la gravité observée à la station, g_0 la gravité réduite au niveau de la mer et g_1 la valeur normale de la gravité, au niveau de la mer, calculée par la formule Defforges. On voit que, dans chacune des stations, on a constaté un déficit de pesanteur.

» Relativement à Saint-Pierre-le-Chastel, qui est sensiblement sur le parallèle de Clermont (latitude de 45°46′46″), il est intéressant de rapprocher notre résultat de celui obtenu, les 18-21 octobre 1808, par Biot et Mathieu, dans cette ville (Préfecture, altitude 406^m). Ils ont trouvé, pour la longueur du pendule centésimal, $l = 0^m,7416116$, ce qui donne, à la station, $g = 9^m,80614$, en se servant de la valeur $9^m,81000$ de la gravité déterminée par M. le lieutenant-colonel Defforges, à l'Observatoire de Paris (rez-de-chaussée), et de la longueur $0^m,7409012$, déterminée par Biot et Mathieu pour le pendule centésimal (salle méridienne de l'Observatoire). Pour le sous-sol de Clermont, composé, pour 200^m, d'alluvions ($d = 2$) recouvrant des granites ($d = 2,69$), on peut adopter $d = 2,35$, ce qui donne, pour la gravité au niveau de la mer, $g_0 = 9^m,80699$, ce qui, comparé à la valeur normale au même lieu $g_1 = 9^m,80758$, accuse un déficit $g_0 - g_1 = -0,00059$, un peu supérieur à celui que j'ai obtenu à Saint-Pierre-le-Chastel.

» Quant au déficit de Turin, sa grandeur a lieu de surprendre, malgré le voisinage immédiat du colossal massif des Alpes; et, à ce sujet, il n'est pas hors de propos de rappeler, comme l'a fait Élie de Beaumont, dans son *Éloge de Jean Plana*, que Turin, qui est le centre de l'accident orographique le plus puissant de l'Europe, est aussi le siège de l'une des anomalies les plus considérables qui soient connues jusqu'à ce jour dans la direction de la pesanteur. On voit donc qu'à l'importante anomalie de direction antérieurement constatée vient s'adjoindre une anomalie non moins remarquable affectant l'intensité même de la pesanteur. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur le borate de lithium.* Note de M. **H. Le Chatelier**, présentée par M. A. Carnot.

» Le lithium présente des analogies multiples : par sa chaleur spécifique et la fusibilité de ses composés, il se rapproche des métaux alcalins; par l'insolubilité du carbonate, du phosphate, du fluorure et par l'hydratation du chlorure et de l'azotate, il se rapproche plus des métaux alcalino-terreux. J'ai pensé que l'examen de ses borates pourrait, par leur compo-

sition, établir des analogies plus précises, en raison des variations considérables que l'on observe d'un métal à un autre dans le nombre et la composition des borates de chacun d'eux.

» Examiné à ce point de vue, le lithium se confond avec les métaux alcalins. L'acide borique fondu, avec des proportions quelconques de carbonate de lithium, donne seulement le borate monobasique, comme cela a lieu avec le sodium. Ce borate monobasique fondu Bo^2O^3, Li^2O se présente en lamelles nacrées du système triclinique. Au moment de la solidification, il se produit un rochage énergique amené par le dégagement de gaz dissous dans le sel fondu.

» Par voie humide, l'acide borique ne déplace qu'un demi-équivalent d'acide carbonique en donnant naissance à un biborate analogue au borax. Mais ce sel est tellement soluble qu'il m'a été impossible de l'isoler par cristallisation.

» Bo^2O^3, Li^2O, $16H^2O$. — Le borate monobasique hydraté peut s'obtenir par l'action de l'eau sur le borate anhydre. A l'ébullition, il se dissout rapidement et, par refroidissement lent, la liqueur laisse déposer de beaux cristaux du sel hydraté. Sa composition répond à la formule donnée ci-dessus, comme le montre l'analyse suivante :

	Observé.	Calculé.
H^2O	0,745	0,741
Li^2O	0,077	0,078
Bo^2O^3 (par différence)	0,178	0,181
	1,000	1,000

» Le sel présente, au point de vue de sa solubilité, quelques particularités intéressantes qui m'ont engagé à faire l'étude de ses principales propriétés.

» La densité du sel est 1,397 à 14°,7.

» Il cristallise, d'après l'examen que M. Termier a bien voulu en faire, dans le système rhomboédrique et est nettement uniaxe.

» J'ai mesuré les chaleurs de formation suivantes :

Chaleur d'hydratation.

$Bo^2O^3.Li^2O$ (100gr, sol.) + $16H^2O$ (liq.) = sel solide .... $+43^{Cal},4$

Chaleur de dissolution.

$Bo^2O^3.Li^2O.16H^2O$ dans 10lit d'eau .... $-28^{Cal},4$

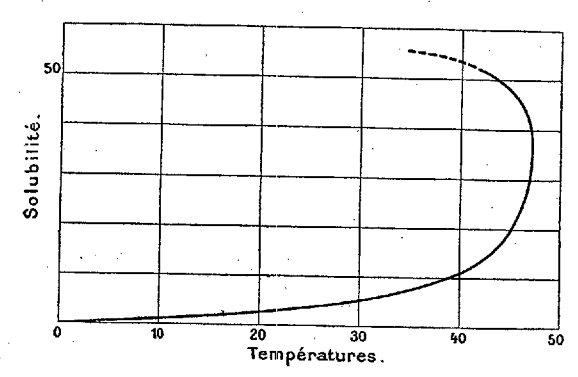
Chaleur de combinaison.

Bo^2O^3(diss.) + 2LiHO (diss.) dans 10^{lit}	2 × $9^{Cal},3$
Bo^2O^3(diss.) + LiHO (diss.) dans 10^{lit}	$9^{Cal},8$

» Les chaleurs de combinaison sont un peu inférieures à celles données par M. Berthelot pour les composés correspondants du sodium; cela peut s'expliquer par la dissociation plus avancée des borates de lithium en raison de la dilution des liqueurs nécessitées par la faible solubilité du sel neutre.

» Le sel hydraté fond à 47° dans son eau de cristallisation, sans laisser aucun résidu solide, comme le font également l'hyposulfite de soude et l'un des hydrates du chlorure de calcium. A l'ébullition, ce sel fondu perd progressivement son eau et la dissolution devient de plus en plus visqueuse jusqu'à permettre de retourner le vase sans qu'elle s'écoule. Pendant cette évaporation, on ne voit aucun nouvel hydrate se déposer.

» L'abaissement moléculaire du point de congélation des solutions diluées est de 100. En effet, $0^{gr},5$ du sel anhydre dissous dans 100^{gr} d'eau donnent un abaissement de 0°,5. La solution eutectique du sel (cryohydrate) renferme 0,6 pour 100 de sel anhydre et se solidifie entièrement à la température de — 0°,6.



» La solubilité du sel croît d'abord lentement avec la température, puis de plus en plus rapidement à mesure que l'on se rapproche davantage du point de fusion du sel. Pour les solutions renfermant moins d'eau que l'hydrate cristallisé, le point de cristallisation de ce sel s'abaisse de nouveau et redescend jusqu'à 34°; mais les solutions sont tellement visqueuses, qu'il est impossible de faire des mesures précises jusqu'à cette température. On observe seulement que la dissolution se solidifie en totalité à la température fixe de 34°, ce qui indique le point de rencontre

d'une nouvelle branche de la courbe de solubilité correspondant vraisemblablement à la cristallisation du sel anhydre.

» Voici les résultats de mes mesures. La colonne *s* donne le poids de sel anhydre dissous dans 100^{gr} d'eau, et la colonne *t* les températures. On a séparé les résultats relatifs à la cristallisation de la glace et à la cristallisation du sel pour les concentrations inférieures ou supérieures à celles qui correspondent à la composition du sel.

Glace.		Sel.			
s.	*t.*	*s.*	*t.*	*s.*	*t.*
0	0°	0	0°	33,3	47°
0,25	—0,27	0,85	1	37,3	47,1
0,50	—0,50	1,77	14	51,7	41,7
Eutectique	—0,60	1,91	15	Point double	34
		3,7	27,5		
		5,28	31,5		
		9,1	37,5		
		14,3	43		
		20	45		
		23,1	45,8		
		27,3	46,5		
		33,3	47		

» La courbe est donc continue avec une tangente verticale au voisinage de la concentration correspondant à la composition du sel. C'est là un phénomène analogue à celui que M. Roozeboom a signalé le premier dans les solutions de chlorure de calcium et dont j'ai donné depuis de nombreux exemples dans mes recherches sur les mélanges de sels fondus et les alliages métalliques.

» Au point de vue des propriétés chimiques, le borate de lithine cristallisé s'effleurit lentement quand il est abandonné au contact de l'air et absorbe en même temps de petites quantités d'acide carbonique. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les alliages du groupe argent-cuivre.* Note de M. F. **Osmond**, présentée par M. Troost [1].

» J'ai montré antérieurement que les aciers, refroidis lentement à partir d'une température suffisamment élevée, laissaient d'abord s'isoler dans

(1) Travail fait au laboratoire de Chimie générale à la Sorbonne.

leur masse solide soit du fer pratiquement pur, soit le carbure Fe^3C, suivant leur teneur en carbone ([1]). La liquation du fer, sauf dans les aciers extra-doux, suit la transformation allotropique supérieure du métal, laquelle joue précisément ici le rôle de la solidification dans les solutions liquides et les alliages. Quand la concentration du carbure a atteint une certaine valeur, par suite de la séparation de celui des composants qui se trouvait en excès, le fer et le carbure s'isolent simultanément à température constante (recalescence de Barrett) et donnent ainsi naissance au mélange de lamelles alternantes, découvert par Sorby, que l'on désigne couramment aujourd'hui sous le nom minéralogique de *perlite*. Si l'on figure graphiquement ces faits en prenant pour abscisses les proportions de carbure ou de carbone et pour ordonnées les températures initiales des liquations, on obtient une courbe formée de deux branches inclinées qui se coupent sur la branche horizontale représentative de la recalescence. La perlite est donc l'eutectique de la dissolution solide réciproque de l'une des formes allotropiques du fer et du carbure Fe^3C.

» C'est ce que j'ai indiqué dans une Communication envoyée en Amérique à la fin de l'année dernière pour le *Meeting* de février 1897 des *Mining Engineers*.

» Plus récemment, M. Charpy, en examinant sous le microscope différents groupes d'alliages, a constaté que la structure des eutectiques rappelait généralement celle de la perlite des aciers et la comparaison était, comme on le voit, justifiée à tous les points de vue ([2]).

» L'étude micrographique des alliages argent-cuivre fournit un nouvel exemple analogue qui paraît mériter l'attention, en raison des nombreux travaux auxquels ces alliages ont donné lieu et des questions d'intérêt général qui s'y rattachent.

» Levol ([3]) avait trouvé que le seul alliage qui ne se liquate pas en se solidifiant correspond à la formule Ag^3Cu^2. J'ai constaté que la surface de ce même alliage montrait des cristallites très nettement formées, et M. Behrens ([4]) décrit comme homogène un alliage très voisin (75 pour

---

([1]) *Comptes rendus,* t. CXIX, p. 329, et t. CXXI, p. 684; *Bull. de la Soc. d'Encouragement,* p. 480; 1895.
([2]) *Bull. de la Soc. d'Encouragement,* p. 384; 1897.
([3]) *Annales de Chimie et de Physique,* 3e série, t. XXXVI, p. 193.
([4]) *Das mikrosk. Gefüge der Metalle und Legierungen,* p. 43.

100 d'argent au lieu de 72 que demande la formule). C'étaient là autant de caractères qui sembleraient caractériser un composé défini.

» D'autre part, les points de solidification des alliages argent-cuivre ont été déterminés, dès 1875, par M. Roberts-Austen (¹) et, dans ces derniers mois, par MM. Heycock et Neville (²), avec la précision que comportent les progrès de la pyrométrie. La courbe de fusibilité se compose de deux branches inclinées, partant des points de fusion des deux métaux et se coupant à 777° pour une composition qui répond exactement à celle de l'alliage de Levol Ag^3Cu^2. Une troisième branche, horizontale, passe par le point de rencontre. Il résulterait de là que les alliages argent-cuivre sont de simples mélanges des deux métaux (après solidification, bien entendu), et que l'alliage de Levol est un eutectique. L'existence réelle de Ag^3Cu^2 comme composé défini serait, si elle était prouvée, en contradiction avec la théorie.

» La question est facilement résolue par l'examen microscopique. Il suffit de préparer une coupe bien polie, sur laquelle les deux métaux composants se reconnaissent à leurs couleurs respectives; on peut d'ailleurs, par un recuit aux couleurs d'oxyde, donner au cuivre une patine, orangée ou pourpre par exemple, tandis l'argent reste blanc. On voit ainsi que l'alliage de Levol n'est nullement homogène, comme l'avait cru M. Behrens, qui a probablement observé, sous un grossissement trop faible, un bouton refroidi trop vite. La structure est identique à celle de la perlite des aciers: le métal jaune est distribué soit en fines mouchetures, soit en lamelles courbes alternant avec des lamelles blanches, comme Fe^3C dans le fer, et donne lieu en lumière oblique, après une légère oxydation superficielle qui crée des différences de niveau, aux effets connus d'irisation que rappelle le mot *perlite*. Les grains de première consolidation ne peuvent être convenablement résolus que sous un grossissement de 1000 diamètres; mais, bien que la température de solidification soit pratiquement constante, ils sont englobés dans un réseau de seconde consolidation, dont la structure, d'ailleurs semblable, est plus grossière. Si l'on hâte le refroidissement en coulant dans une lingotière, les lamelles alternantes restent encore indiquées par les jeux de lumière, mais ne se résolvent pas d'habitude aux plus forts grossissements; la séparation des deux métaux est restée

(¹) *Proc. of the Royal Society*, p. 481; 1875.
(²) *Transactions of the Royal Society*, t. CLXXXIX, p. 25.

imparfaite et la coloration générale semble uniforme. C'est exactement, ici encore, ce que l'on observe avec les aciers refroidis rapidement, mais non assez rapidement pour prendre la trempe.

» Tous les autres alliages argent-cuivre, abstraction faite de ceux qui ne contiennent qu'une faible proportion de l'un des métaux, sont formés, suivant leur composition, soit de cristallites jaune de cuivre, soit de cristallites blanc d'argent enveloppées, plus ou moins complètement, par l'alliage de Levol (c'est-à-dire par l'eutectique) sous une épaisseur variable.

» La micrographie confirme donc absolument les indications de la courbe de fusibilité et ne laisse subsister aucun doute sur la non-existence de Ag^3Cu^2 comme composé défini.

» D'autres problèmes, qui peuvent être abordés par la même méthode, restent à résoudre et feront l'objet d'un travail ultérieur. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Recherches sur la coloration des verres par la pénétration directe des métaux ou sels métalliques.* Note de M. **Léon Lémal**, présentée par M. Troost.

« Le procédé généralement employé pour obtenir un verre de couleur consiste à fondre ensemble le verre et l'oxyde colorant.

» Le verre est alors coloré uniformément dans toute sa masse.

» Les expériences suivantes ont eu pour objet de colorer le verre directement et d'y produire des dessins, en faisant pénétrer les métaux ou oxydes colorants, par des procédés analogues à ceux de la cémentation.

» Appliquons sur un verre un sel d'argent et élevons la température vers 500° ou 550°; le verre, refroidi et débarrassé par un lavage de l'excès de sel, se trouve coloré en jaune. La nuance obtenue peut aller du jaune paille au jaune orangé rouge, selon la composition du verre employé.

» En effet, le verre ordinaire ne prend que la coloration jaune clair, tandis qu'un verre composé comme suit :

Sable	100	Carbonate de soude	5
Calcaire	40	Arsenic	0,5
Sel marin	30	Alumine	3
Sulfate de soude	34	Charbon	1,5

donne une coloration pouvant atteindre le rouge orangé pour la même composition de matière colorante, soit 10gr de sulfure d'argent mélangé à 100gr d'ocre rouge.

» La quantité de sel d'argent mise en présence du verre peut être très faible.

» Ainsi, une dentelle de fil plongée dans une solution à $\frac{1}{1000}$ de nitrate d'argent, puis dans une solution de sulfure de potassium, appliquée sur une plaque de verre et chauffée, laisse l'empreinte de son image en jaune foncé.

» Un cliché photographique sur collodion, traité dans les mêmes conditions, laisse également son impression en couleur jaune.

» Cette dernière expérience m'a permis de constater que la coloration, pour un même temps d'exposition à la chaleur, est proportionnelle à la quantité de sel d'argent mise en contact avec le verre, car l'image photographique est reproduite avec ses noirs et ses demi-teintes.

» La pénétration est d'autant plus profonde que la température est soutenue pendant un temps plus long.

» Prenons, par exemple, une plaque de verre jaunie à l'argent pendant cinq minutes de cuisson; mesurons l'épaisseur de verre traversée par la couleur, nous trouvons environ 17 centièmes de millimètre.

» Remettons au feu de nouveau, et cela pendant une heure, sans ajouter de nouvelle composition colorante; nous trouverons que la pénétration de la couleur a atteint une épaisseur de 32 centièmes de millimètre.

» Enfin, par une exposition à la chaleur d'une durée de dix-huit heures, et en renouvelant de six heures en six heures la composition colorante, une plaque de verre de de $1^{mm},57$ d'épaisseur a été complètement traversée.

» Dans cette dernière expérience, le verre avait un peu perdu de sa transparence; mais j'attribue ce fait plutôt à la dévitrification qui se produit toujours dans les longues recuissons qu'à la couleur elle-même.

» Les verres ainsi colorés présentent les phénomènes du dichroïsme: toujours jaunes par transparence, ils ont, par réflexion, des teintes d'aspect fluorescent allant du vert jaunâtre au violet bleuâtre.

» On obtient le dichroïsme sûrement en mélangeant à la composition d'argent quelques parcelles de cuivre en poudre, réduit d'une dissolution de sulfate par le zinc.

» Ainsi un cliché photographique, exécuté sur une plaque de verre rouge coloré par l'oxyde cuivreux Cu^2O, laisse son image après passage au feu. Cette image, par transparence, est invisible, la couleur jaune se trouvant perdue dans la nuance très intense du rouge; mais, par réflexion, l'image dichroïque est nette et parfaitement visible.

» Ceci m'a conduit à rechercher si les verres colorés dans la masse

se laissaient pénétrer comme les verres blancs, et j'ai reconnu que la plupart de ces verres se laissent traverser à l'exception toutefois des verres colorés en rose par l'oxyde de manganèse.

» On obtient les mêmes phénomènes de pénétration et de coloration avec d'autres métaux : l'or, le cuivre et le fer donnent des résultats analogues. »

M. **Armand Gautier**, à propos de la Note précédente de M. *Lémal*, présentée par M. Troost, fait remarquer que, en collaboration avec M. Hélier, il a déjà observé la pénétration du verre par l'argent métallique, déposé à la surface intérieure d'ampoules de verre pleines de gaz hydrogène ou de gaz tonnant, à des températures voisines de 450°, prolongées quelques heures seulement. L'argent disparaît, et le verre reste seulement opalescent; il redevient transparent.

Ces observations ont été publiées par M. Hélier, dans sa Thèse de doctorat ès Sciences, en 1896.

CHIMIE MINÉRALE. — *Action de l'eau sur le chlorure de phosphoryle.* Note de M. **A. Besson**, présentée par M. Troost.

« Dans une récente Communication (*Comptes rendus*, 5 avril 1897) sur la préparation de l'oxyde phosphoreux P^2O, par réaction de PH^4Br sur $POCl^3$, j'ai eu l'occasion de signaler la formation, comme produits secondaires, des chlorures de pyrophosphoryle $P^2O^3Cl^4$ et de métaphosphoryle PO^2Cl.

» J'avais d'ailleurs été déjà antérieurement frappé de retrouver d'une façon constante le chlorure de métaphosphoryle comme résidu de la réaction d'un grand nombre de corps sur $POCl^3$; le chlorure de pyrophosphoryle formé simultanément avait longtemps échappé à mon observation à cause de la difficulté qu'on éprouve à l'isoler.

» En recherchant les conditions dans lesquelles ces corps avaient pu prendre naissance, j'ai été amené à penser qu'ils pouvaient provenir de l'action, sur $POCl^3$, d'humidité introduite accidentellement.

» Pour m'en assurer, j'ai fait passer un courant lent d'air humide pendant plusieurs jours à travers du chlorure de phosphoryle et ai constaté la formation, dans ces conditions, des chlorures dont il vient d'être question accompagnés d'acide orthophosphorique.

» Ils se forment encore dans l'action directe de l'eau sur $POCl^3$; quand on fait tomber de l'eau goutte à goutte dans $POCl^3$, agité et maintenu refroidi par un courant d'eau froide, l'eau semble d'abord se dissoudre dans $POCl^3$ et ce n'est qu'au bout de quelques minutes que la réaction se déclare avec dégagement d'acide chlorhydrique.

» Si l'on distille aussitôt sous pression réduite, on ne trouve qu'une petite quantité de $P^2O^3Cl^4$; mais les rendements sont améliorés si, après l'addition d'eau à $POCl^3$, l'on a soin de chauffer au bain-marie d'abord, en tube ouvert, pour chasser la majeure partie de HCl, puis en vase clos, pendant quelques heures, vers 100°.

» Le produit ainsi traité est chauffé ensuite progressivement dans un appareil distillatoire sous pression très réduite, vers 100° (ébullition d'une solution saline saturée), jusqu'à ce qu'il ne passe plus rien à la distillation. La cornue renferme un résidu important d'un mélange de PO^2Cl et d'acide orthophosphorique, et le liquide qui a distillé est formé de $P^2O^3Cl^4$, souillé de $POCl^3$.

» Après plusieurs tentatives, faites en vue de séparer ces deux corps par distillation à pression ordinaire, ou sous pression réduite, au cours desquelles la majeure partie de $P^2O^3Cl^4$ se décomposait, j'ai dû me borner à éliminer, du produit qui a passé à la première distillation, le chlorure de phosphoryle par volatilisation dans le vide, à 25°-30°, pendant une douzaine d'heures. Cependant Geuther et Michaelis, qui ont les premiers obtenu le corps $P^2O^3Cl^4$ (action de Az^2O^4 sur PCl^3), signalent qu'il passe à la distillation, sous pression ordinaire de 200°-230°, avec décomposition partielle suivant l'équation

$$3P^2O^3Cl^4 = 4POCl^3 + P^2O^5.$$

» L'expérience m'a prouvé que, si l'on chauffe du chlorure de pyrophosphoryle à 110° sous pression de 1^{cm} environ, la moitié environ du produit passe indécomposé à la distillation, accompagné de chlorure de phosphoryle, et la cornue renferme un résidu de chlorure de métaphosphoryle ; à cette température de 110°, la décomposition peut donc se formuler : $P^2O^3Cl^4 = POCl^3 + PO^2Cl$; à une température plus élevée, PO^2Cl pourra, à son tour, se détruire en vertu de l'équation

$$3PO^2Cl = POCl^3 + P^2O^5;$$

de sorte que l'ensemble de ces deux équations reproduira celle donnée par Geuther et Michaelis. La première des deux dernières équations de

décomposition explique le faible rendement en $P^2O^3Cl^4$, qui passe à la distillation quand on chauffe à 110°, sous pression réduite, le produit de l'action ménagée de l'eau sur $POCl^3$, tandis que la cornue renferme un résidu important formé en grande partie de PO^2Cl; 300gr de $POCl^3$, additionnés de 30gr d'eau, ont donné environ 5gr de $P^2O^3Cl^4$ sensiblement pur, qui a donné à l'analyse :

	I.	II.	Théorie pour $P^2O^3Cl^4$.
Cl pour 100	54,55	54,65	56,34

» Ce corps ne se solidifie pas à — 50°; projeté dans l'eau, il s'y dissout instantanément en produisant un léger trouble, qui disparaît presque aussitôt.

» En résumé, l'action ménagée de l'eau sur $POCl^3$ fournit en proportion variable, suivant les conditions de l'expérience, la série des produits

$$P^2O^3Cl^4,\quad PO^2Cl \quad \text{et} \quad PO^4H^3,$$

en vertu des réactions

$$2POCl^3 + H^2O = 2HCl + P^2O^3Cl^4$$

chlorure de pyrophosphoryle correspondant à $P^2O^3(OH)^4$,

$$POCl^3 + H^2O = 2HCl + PO^2Cl$$

chlorure de métaphosphoryle correspondant à $PO^2(OH)$,

$$POCl + 3H^2O = 3HCl + PO(OH)^3$$

acide orthophosphorique.

» Comme $POCl^3$ est lui-même un produit de l'action ménagée de l'eau sur PCl^5, il en résulte immédiatement que cette action pourra fournir simultanément les différents termes de la série : $POCl^3$, $P^2O^3Cl^4$, PO^2Cl, PO^4H^3.

» En terminant, je me permettrai de rappeler que j'ai étudié récemment l'action de H^2S sur $POCl^3$ (*Comptes rendus*, 18 janvier 1897) qui m'a permis d'isoler d'abord l'oxysulfure solide $P^2O^2S^3$, produit régulier de substitution totale du soufre au chlore dans $POCl^3$ avec formation de HCl, puis un liquide distillable sans décomposition sous pression réduite et auquel l'analyse m'a conduit à assigner la formule $P^2O^2SCl^4$; en rapprochant cette formule de celle du chlorure de pyrophosphoryle $P^2O^3Cl^4$, on

voit qu'il peut être considéré comme un chlorure d'un radical thiooxypyrophosphoryle $(P^2O^2S)^{IV}$ correspondant à $(P^2O^3)^{IV}$ pyrophosphoryle.

» La formation des corps $P^2O^3Cl^4$ et $P^2O^2SCl^4$ dans l'action sur $POCl^3$ de H^2O et H^2S est parallèle et, en vertu de la similitude de ces réactions, il paraît vraisemblable que le résidu de cette dernière réaction, qui retient encore une forte proportion de soufre et de chlore, renferme d'autres dérivés sulfurés de $P^2O^3Cl^4$ ou de PO^2Cl, qui ne seraient pas sublimables ou distillables même dans le vide, vers 300° [1]. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques urées symétriques aromatiques nouvelles.* Note de MM. **P. Cazeneuve** et **Moreau**, présentée par M. Friedel.

« Dans une Note précédente, nous avons signalé la formation très facile de la diphénylurée et des crésylurées déjà connues, par réaction de l'aniline et des toluidines en excès sur l'éther carbonique du gaïacol [2].

» Cette même réaction, appliquée à la pseudocumidine fondant à 63°, aux xylidines, aux cumidines ortho et para, nous a donné très facilement des urées symétriques dont quelques-unes sont nouvelles.

» Parmi les xylidines, nous avons spécialement fait intervenir les deux orthoxylidines *v* et *a*, amino 3, xylène 1.2 et amino 4, xylène 1.2; puis la paraxylidine amino 5, xylène 1.4; enfin, les métaxylidines amino 4, xylène 1.3 et amino 5, xylène 1.3. Les urées de ces deux dernières xylidines sont déjà décrites.

» Toutes ces urées ont été obtenues en faisant bouillir pendant une heure environ le carbonate de gaïacol avec un excès de ces bases, soit une partie en poids de carbonate de gaïacol pour trois parties de bases aromatiques, c'est-à-dire avec ces dernières en excès.

» Généralement l'urée cristallise en masse, par refroidissement, au sein de la base en excès. Il suffit de laver avec l'alcool à 93°, froid, qui dissout mal ces urées, puis de faire cristalliser deux fois dans un grand excès d'alcool bouillant, pour obtenir ces urées pures. Toutes ces urées sont insolubles dans l'eau et peu solubles dans l'alcool froid.

» Dans ces expériences, la paraxylidine a offert une particularité. Chauffée avec le carbonate de gaïacol dans les proportions précitées, elle

---

(1) Laboratoire de Chimie de l'Université de Caen.

(2) *Comptes rendus*, t. CXXII, p. 1130; 1896.

s'est prise en masse solide au bout d'une demi-heure. Nous avons arrêté l'opération, d'ailleurs terminée.

» Quant à l'orthoxylidine v-amino 3-xylène 1.2, garantie pure par Schuchardt, elle a donné deux urées symétriques isomériques différentes l'une et l'autre de celle donnée par l'orthoxylidine *a*. Il est à supposer que l'une des deux urées est constituée par la soudure au CO de deux groupes xylidiques différents qui ne peuvent être que

$$\underset{3}{AzH}.C^6H^3\underset{1.2}{(CH^3)} \quad \text{et} \quad \underset{4}{AzH}.C^6H^3\underset{1.2}{(CH^3)}.$$

» Pour confirmer la véritable nature de ces corps, nous avons chez tous dosé l'azote, puis constaté chez tous la décomposition régulière par l'acide sulfurique concentré à chaud, qui dégage de l'acide carbonique avec formation généralement de dérivés sulfoconjugués. Nous décrirons les corps nouveaux suivants :

» I. *Dipseudocumylurée :* $CO\left\langle\begin{matrix}\underset{(5)}{AzH}.C^6H^2\underset{1.2.4}{(CH^3)^3}\\ \underset{(5)}{AzH}.C^6H^2\underset{1.2.4}{(CH^3)^3}\end{matrix}\right.$. — Corps blanc constitué de petites aiguilles, insoluble dans l'eau, le benzène et l'alcool froid, un peu soluble dans l'éther et le chloroforme, cristallisable dans un grand excès d'alcool fort bouillant. Se volatilise à 280° sans fondre.

» II. *Dixylylurée :* 1° $CO\left\langle\begin{matrix}\underset{(4)}{AzH}.C^6H^3\underset{(1.2)}{(CH^3)^2}\\ \underset{(4)}{AzH}.C^6H^3\underset{(1.2)}{(CH^3)^2}\end{matrix}\right.$ (dérivée de la xylidine *a* $\underset{4}{AzH^2}C^6H^3\underset{(1.2)}{(CH^3)^2}$). — Corps blanc cristallisé en belles aiguilles de l'alcool bouillant, soluble et cristallisable dans le chloroforme et le benzène, soluble dans le nitrobenzène, insoluble dans l'eau et dans l'éther. Fond à 234°-235°.

» 2° $CO\left\langle\begin{matrix}\underset{(3)}{AzH}.C^6H^3\underset{(1.2)}{(CH^3)^2}\\ \underset{(3)}{AzH}.C^6H^3\underset{(1.2)}{(CH^3)^2}\end{matrix}\right.$ et $CO\left\langle\begin{matrix}\underset{(4)}{AzH}.C^6H^3\underset{(1.2)}{(CH^3)^2}\\ \underset{4}{AzH}.C^6H^3\underset{(1.2)}{(CH^3)^2}\end{matrix}\right.$ (?) [dérivés de la xylidine v $\underset{(3)}{AzH^2}.C^6H^3\underset{(1.2)}{(CH^3)^2}$]. — Corps blanc cristallisé dans l'alcool bouillant et séparable par cristallisation fractionnée. Le produit de la première cristallisation est soluble dans l'alcool, le chloroforme, le benzène et le nitrobenzène. Il est insoluble dans l'eau et l'éther. Il fond à 240°-241°. Le produit de la seconde cristallisation est plus soluble dans l'alcool et assez soluble dans l'éther; il fond à 207°-209°.

» 3° $CO\left\langle\begin{matrix}\underset{(2)}{AzH}.C^6H^3\underset{(1.4)}{(CH^3)^2}\\ \underset{(2)}{AzH}.C^6H^3\underset{(1.4)}{(CH^3)^2}\end{matrix}\right.$ [dérivé de la paraxylidine $\underset{(2)}{AzH^2}.C^6H^3\underset{(1.4)}{(CH^3)^2}$]. — Corps insoluble dans l'eau, l'alcool froid, le benzène, l'éther; très peu soluble dans le chloroforme, plus soluble dans le nitrobenzène. On l'obtient cristallisé en fines aiguilles d'un très grand excès d'alcool bouillant. Chauffé à 285°, il se volatilise sans fondre.

» III. *Diparaanisylurée*: $CO\begin{cases} \underset{(4)}{AzH}.C^6H^4\underset{(1)}{(OCH^3)} \\ \underset{(4)}{AzH}.C^6H^4\underset{(1)}{(OCH^3)} \end{cases}$ (dérivée de la paraanisidine $\underset{(4)}{AzH^2}.C^6H^4\underset{(1)}{(OCH^3)}$). — Cette série cristallise dans l'alcool bouillant sous forme de petites aiguilles blanches, peu solubles dans le benzène et le chloroforme, insolubles dans l'éther, assez solubles dans le nitrobenzène. Elle fond à 231°-232°.

» Nous avons préparé également l'urée symétrique déjà connue de l'orthoanisidine, mais nous avons trouvé qu'elle fondait à 182°-183° et non pas à 174°, point de fusion indiqué par Mulhäuser.

» Les deux métaxylidines : amino 4, xylène 1.3 et amino 5, xylène 1.3, nous ont donné facilement les deux dimétaxylylurées connues.

» Les naphtylamines α et β nous ont également donné les urées correspondantes et connues.

» Ces résultats donnent à penser que toutes les bases primaires, donnant avec le carbonate de gaïacol des urées symétriques correspondantes, sont très faciles à obtenir. Nous avons reconnu également que les carbonates de naphtol α et β se comportaient de même.

» M. Reverdin avait d'ailleurs cru reconnaître avec raison la formation de la diphénylurée, en chauffant ces carbonates avec l'aniline [1]. Rappelons que Eckenroth avait signalé la formation de la diphénylurée et des dicrésylurées par l'action des bases sur le carbonate de phényle [2].

» Ces observations étaient restées isolées. Généralisant la méthode, nous concluons que *le meilleur mode de préparation des urées symétriques consiste à faire réagir les bases primaires sur les éthers carboniques de phénols et en particulier sur le carbonate de gaïacol.*

» Les amines de la série grasse en solution aqueuse à 33 pour 100, monométhylamine, monoéthylamine, etc., réagissent également très bien. La réaction a lieu sans chauffer plus énergiquement qu'avec l'ammoniaque.

» Nous avons constaté, d'autre part, que les amines secondaires et les amines tertiaires ne donnaient pas d'urées avec les carbonates phénoliques. Les bases pyridiques ou quinoléiques n'en donnent également pas.

» Les hydrazines primaires, au contraire, donnent des urées que nous décrirons bientôt. »

---

(1) *Bulletin de la Société chimique*; 1896.
(2) *Bulletin de la Société chimique*, t. XLV, p. 618; 1886.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur des amidines amidées.* Note de M. **Charles Lauth**, présentée par M. Schützenberger.

« L'analogie qui existe entre la constitution des amidines

$$C^6H^4\begin{matrix}\diagup Az \\ \diagdown AzH\end{matrix}\!\!\begin{matrix}\diagdown\!\!\diagdown \\ \diagup\end{matrix}C - R$$

et celle des corps thiazoliques $C^6H^4\begin{matrix}\diagup Az \\ \diagdown S\end{matrix}\!\!\begin{matrix}\diagdown\!\!\diagdown \\ \diagup\end{matrix}C - R$, dont j'ai fait connaître récemment quelques dérivés, m'a fait rechercher si les amidines seraient aptes, comme ces derniers, à donner des matières colorantes intéressantes.

» Hubner et Stœver ont montré, en 1874, qu'en nitrant la benzényl-phénylène-amidine $C^6H^4\begin{matrix}\diagup Az \\ \diagdown AzH\end{matrix}\!\!\begin{matrix}\diagdown\!\!\diagdown \\ \diagup\end{matrix}C - C^6H^5$ et en réduisant le produit nitré on obtient une base amidée. Sa constitution est incertaine; on n'a pas déterminé dans quel noyau s'est opérée la nitration.

» J'ai préparé une amidine analogue, mais de constitution certaine, en chauffant à 100°-105°, pendant six heures, $21^{gr},4$ d'orthonitraniline avec 32^{gr} de chlorure de benzoïle paranitré; le produit de la réaction, lavé avec de l'eau bouillante acidulée, puis avec de l'eau ammoniacale, est repris par le toluène bouillant, d'où il se dépose en très belles lames jaunes (p. f. 216°), peu solubles dans l'alcool et la ligroïne. C'est la benzanilide orthonitrée, paranitrée $C^6H^4\begin{matrix}\diagup AzH - CO.C^6H^4.\underset{(4)}{AzO^2} \\ \diagdown \underset{(1)}{AzO^2}\end{matrix}$. Pour réduire ce corps, on en chauffe 30^{gr} avec 300^{cc} H Cl et 75^{gr} d'étain; après une heure, la réduction, assez violente au commencement, est terminée; on ajoute 3^{lit} d'eau et on élimine l'étain par l'hydrogène sulfuré; par évaporation on obtient des prismes du chlorhydrate de la nouvelle base qu'on purifie par une recristallisation et dont on isole la base en précipitant la solution par l'ammoniaque.

» La paramido-benzényl-phénylène amidine

$$C^6H^4\begin{matrix}\diagup AzH \\ \diagdown Az\end{matrix}\!\!\begin{matrix}\diagdown \\ \diagup\!\!\diagup\end{matrix}C - C^6H^4\underset{(4)}{AzH^2}$$

se présente sous la forme de beaux prismes, incolores; ils sont un peu so-

lubles dans l'eau bouillante, très solubles dans l'alcool, fusibles à 240°.

» Or tel est presque identiquement (245°) le point de fusion donné pour la base de Hubner et Stœver. J'ai répété les expériences de ces savants, mais, tout en suivant strictement leurs indications, j'ai obtenu un corps fondant non à 245° mais bien à 281°. Les deux bases diffèrent non seulement par leur point de fusion, mais encore par leurs propriétés : la base para que j'ai préparée cristallise en longs prismes; sa solution alcoolique est dichroïque en *violet;* son chlorhydrate, peu soluble dans l'eau, cristallise en prismes; la base de Hubner et Stœver de ses solutions en cristaux grenus, groupés en sphères; sa solution alcoolique est dichroïque en *vert;* elle est beaucoup moins soluble dans l'eau que la base para; son chlorhydrate, très soluble dans l'eau, cristallise en lames.

» Les chlorhydrates de ces deux amidines se diazotent aisément; les diazoïques obtenus donnent, par copulation avec les phénols et les amines, des colorants azoïques teignant directement le coton, et dont la nuance varie du jaune au rouge et au noir, selon la nature des phénols et amines employés; ils résistent assez bien à l'action des agents chimiques [1], mais sont peu solides à la lumière.

» Les deux amidines donnent des colorants de nuances très voisines. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Rôle des tannins dans les plantes et plus particulièrement dans les fruits* [2]. Note de M. C. Gerber, présentée par M. A. Chatin.

« Les savants sont loin de s'accorder sur la signification physiologique des tannins qui existent dans les plantes. Pour ne citer que quelques auteurs, tandis que Gubler [3] admet la transformation du tannin en sucre dans les végétaux et en particulier dans les feuilles de thé, M. Chatin [3] ne croit pas à cette transformation. Enfin M. W. Gardiner [4] dit que « le » tannin est un produit de rebut et, comme tel, n'est pas utilisé par la » plante ».

» Ces divergences d'opinions s'expliquent, car, comme le dit M. Brœ-

---

(1) Collège de France. Laboratoire de M. Schützenberger.

(2) Travail fait à la Faculté des Sciences de Marseille.

(3) *Bull. Soc. bot. fr.*, t. XI, p. 181-182. Discussion entre Gubler et M. Chatin.

(4) *Proceedings of the Cambridge physiological Society*, vol. IV, p. 393.

mer ([1]), « avant qu'il puisse être question d'une histoire physiologique » des tannins, il faut que les relations des corps confondus sous ce nom » soient définies », et elles sont loin de l'être; de plus, il est difficile de suivre l'évolution des tannins dans les divers organes des végétaux, tant que ceux-ci restent fixés à la plante, à cause de l'apport constant de subtances nouvelles, tant par la sève que par l'assimilation chlorophyllienne. Mais, en s'adressant à une portion de plante capable de vivre d'une vie indépendante, il est facile de suivre les modifications chimiques dont elle est le siège, puisqu'il n'y a *plus apport* de substances étrangères, si l'on opère à l'obscurité; le problème devient ainsi moins complexe et l'on peut l'aborder avec plus de chances de succès. Tel est le cas des fruits charnus sucrés.

» Depuis longtemps on a observé que ces fruits, en mûrissant, perdent leur tannin; c'est ainsi que les sorbes et les nèfles blettes sont douces et sucrées alors que les mêmes fruits verts possèdent une âpreté considérable.

» Si nous en croyons Buignet ([2]), le tannin dans ces fruits se transforme en substance sucrée; au contraire, M. Chatin ([3]) admet que la destruction des matières tannoïdes se fait par oxydation complète et que c'est à cette oxydation qu'il faut attribuer le gaz carbonique formé, pendant le blettissement, aux dépens de l'oxygène de l'air.

» Nous nous sommes demandé si la méthode que nous avions adoptée pour l'étude de la transformation des acides organiques dans les fruits ne pourrait pas nous aider pour la recherche de la transformation des tannins; aussi nous sommes-nous proposé :

» 1° D'étudier à diverses températures la respiration des fruits contenant des tannins et de rapprocher les résultats trouvés de ceux que nous fournit l'analyse du péricarpe;

» 2° D'étudier la respiration du *Sterigmatocystis nigra* cultivé sur une solution de tannin, où il développe abondamment son mycélium, et de comparer cette respiration à celle des fruits.

» Nos expériences ont porté sur les kakis, parce que ces fruits des *Diospyros*s ont dépourvus d'acides, dont l'oxydation compliquerait notre étude, et contiennent, lorsqu'ils sont verts, une grande quantité de tannin.

([1]) *Les tannoïdes,* Toulouse; 1890-1891.
([2]) *Ann. de Chim. et de Phys.*, 3e série, t. LXI, p. 308; 1861.
([3]) *Comptes rendus,* t. LXVIII, p. 579; 1864.

» Le but de cette Note est d'indiquer les principaux résultats obtenus qui sont les suivants :

» Les fruits charnus sucrés contenant des tannins respirent, quelle que soit la température à laquelle ils sont soumis, en dégageant moins de gaz carbonique qu'ils n'absorbent d'oxygène, tant que le tannin n'a pas disparu complètement. Dès que le tannin a disparu, on observe la production de pectine dont le gonflement fait disparaître les méats intercellulaires et diminue, par suite, la quantité d'oxygène qui peut arriver jusqu'aux cellules. A partir de ce moment, si la température est suffisamment basse pour que l'activité cellulaire peu intense se contente de l'énergie dégagée dans les combustions produites par l'oxygène libre, la respiration continue à présenter un quotient inférieur à l'unité. Mais, si la température est suffisamment élevée pour que l'activité cellulaire exige une quantité d'énergie supérieure à celle qui est fournie par l'oxygène libre, les cellules empruntent l'énergie qui leur manque à la fermentation alcoolique des matières sucrées; le dégagement de gaz carbonique qui en résulte vient s'ajouter à celui de la respiration ordinaire pour déterminer un quotient supérieur à l'unité. Nous pouvons donc penser qu'*une des principales fonctions des tannins est d'empêcher les transformations pectiques de se produire dans les fruits et de s'opposer ainsi à la fermentation de leurs matières sucrées.*

» Il nous reste à chercher maintenant de quelle façon ces tannins disparaissent. Des kakis (*Dyospyros kaki*), cueillis en même temps, arrivés au même stade de leur développement et voisins de la maturité, mais contenant encore beaucoup de tannin, sont analysés, les uns immédiatement, les autres après avoir été placés à 30° jusqu'à ce que, le tannin ayant disparu, le quotient soit devenu supérieur à l'unité. Ils ne présentent pas de variations sensibles dans la quantité des substances sucrées : les tannins se détruisent donc dans les fruits sans qu'ils paraissent donner naissance à des matières sucrées.

» L'expérience suivante vient à l'appui de cette manière de voir.

» Plaçons-nous dans des conditions telles que l'on puisse constater la production d'hydrates de carbone aux dépens du tannin. Pour cela il suffit de cultiver, sur une solution de tannin de la noix de galle, le *Sterigmatocystis nigra* qui donne, dans ces conditions, une abondante production de mycélium (hydrates de carbone). On constate alors que le quotient respiratoire de cette moisissure est supérieur à l'unité (1,10 environ). Ce quotient devrait avoir une valeur supérieure à la valeur 1,17 du quotient

d'oxydation complète de l'éther digallique

$$C^{14}H^{10}O^9 + 12O^2 = 14CO^2 + 5H^2O, \qquad \frac{CO^2}{O} = \frac{14}{12} = 1,17.$$

Mais le tannin de la noix de galle préparé à l'éther contient toujours une certaine quantité de matières sucrées. Celles-ci, en donnant par oxydation un quotient au plus égal à l'unité, abaissent le quotient de formation d'hydrates de carbone.

» Le fait capital qui ressort de cette étude est que le tannin, pour donner naissance à des hydrates de carbone, dégage plus de gaz carbonique qu'il n'absorbe d'oxygène. Or, dans tous nos kakis, le tannin a disparu sans que le sucre ait sensiblement diminué et comme, pendant ce temps, les fruits dégageaient une quantité de gaz carbonique inférieure à la quantité d'oxygène absorbé, c'est la preuve qu'il y a une fixation d'oxygène par le tannin beaucoup plus forte que dans les moisissures, c'est-à-dire un quotient d'oxydation complète de l'éther digallique ou du corps voisin qui constitue le tannin des kakis. Comme il n'existe dans ces fruits mûrs, en dehors des matières sucrées et cellulosiques, que des substances pectiques dont l'origine est connue, nous devons conclure que *dans les fruits contenant des tannins, tels que les kakis, ces tannins disparaissent par oxydation complète sans donner naissance à des hydrates de carbone.*

» Cette seconde conclusion est la confirmation des opinions si souvent émises par M. Chatin, opinions que nous avons résumées au début de ce Mémoire. »

NOSOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur le* Pseudocommis vitis *Debray et sur de nouvelles preuves de l'existence de ce Myxomycète.* Note de M. **E. Roze**, présentée par M. Chatin.

« L'existence de ce Champignon muqueux, signalée d'abord par MM. Viala et Sauvageau, comme étant la cause de la maladie de la Brunissure sur la Vigne, puis par M. Debray sur beaucoup d'autres végétaux, a été mise en doute par plusieurs mycologues. La simplicité de cet organisme, réduit à un mucus plasmodique qui s'enkyste dans de certaines conditions, le rend discutable en effet si l'on n'en fait pas une étude spéciale, afin de le distinguer nettement des états de dégénérescence des cellules végétales auxquels on a le tort de le comparer. Or il suffit de le

placer dans des conditions favorables pour lui permettre d'affirmer lui-même son existence. J'avais déjà réussi, en l'inoculant à des Pommes de terre saines, à le voir se développer dans les radicelles, puis dans la tige et dans les feuilles des germes en voie de développement. Ces résultats, que j'avais aussi obtenus dans d'autres cultures faites dans les mêmes conditions avec des tubercules naturellement envahies par le Myxomycète, c'est-à-dire avec un sol très humidifié et dans un *air très humide,* lorsque je les ai répétées dans un *air très sec,* n'ont plus été les mêmes. Dans ce cas, la tige et les feuilles n'ont plus décelé la présence du parasite, mais ce dernier est venu affleurer sur la terre humide, entourant de ses plasmodes d'un jaune orangé les petits fragments de silice qui s'y trouvaient, ou formant çà et là des kystes.

» En lui reconnaissant ainsi cette faculté de traverser le sol des cultures, j'ai pensé qu'il me serait facile d'en profiter pour essayer de lui faire contaminer diverses plantules. J'ai donc arrosé un assez grand nombre de germinations avec de l'eau tenant en suspension des débris de cellules de Pommes de terre qui renfermaient des plasmodes. Au bout de quelques jours, le parasite m'est apparu sur les tigelles ou les cotylédons de plantules sorties de graines de Chicorée, Laitue, Radis, Colza, Navet, Chou, Chou-Rave, Chou-Navet, Lin, Soleil, Betterave, Pavot, Reine-Marguerite, OEillet d'Inde, Sarrasin, Sainfoin, Trèfle, Luzerne, Lupin, Pois, Dolique, Haricot, Soja, Lentille, Vesce, Pois de senteur, Salsifis, Tomate, Maïs, Sorgho, Panais, Carotte et Fève. Le Blé, l'Orge, l'Avoine et le Seigle ont manifesté plus tardivement qu'ils avaient été également envahis par le parasite.

» Convaincu de l'existence de ce Myxomycète, je l'ai cherché sur diverses plantes cultivées : je l'ai rencontré sur nombre de nos plantes de jardins et de serres, qu'il enlaidit en brunissant et desséchant soit une partie seulement, soit la totalité des feuilles. Tout ce que les jardiniers appellent *brûlures* et *coups de soleil* trouve son explication dans les effets que produit l'action de ce parasite. C'est certainement lui qui cause le dépérissement de nos Cerisiers et Abricotiers, ainsi que de nos Pêchers de plein vent. Je me suis assuré que c'était aussi à ce Myxomycète qu'il fallait attribuer la rouille de nos Asperges, les taches noirâtres épaisses des feuilles de l'involucre et du réceptacle des Artichauts, le brunissement de la marge des feuilles de nos salades et les taches brunâtres que présentent, assez souvent, les grains de Haricots et Flageolets. Enfin, cette maladie de la Brunissure, qui n'avait été signalée sur la Vigne que dans le

Midi de la France, vient de faire son apparition aux environs de Paris. C'est ce que je viens récemment de vérifier sur de jeunes feuilles de Vigne, tout aussi maculées de taches brunâtres que celles de nos Cerisiers. Il est à craindre que l'humidité de cette saison printanière ne soit favorable au développement du parasite et à son extension. »

SYLVICULTURE. — *La lunure du Chêne*. Note de M. **Émile Mer**, présentée par M. Dehérain.

« On aperçoit parfois sur les sections transversales des troncs de Chêne rouvre et pédonculé un ou deux anneaux d'une teinte plus claire, assez souvent d'un brun roux, intercalés dans le duramen. Ces anneaux sont appelés *lunures*, terme importé d'Allemagne vers 1830 (*Mondring*, anneau lunaire). Buffon et Duhamel, qui paraissent avoir les premiers signalé ce tissu, le désignaient sous le nom de *double aubier* ou *faux aubier*. La nature et l'origine des lunures étaient restées jusqu'ici assez obscures. A la suite de mes recherches sur la formation du bois parfait, j'ai été amené à les étudier. Voici ce que j'ai constaté :

» Très rarement le bois luné a, comme on le croyait, les caractères complets de l'aubier. S'il renferme toujours de l'amidon, c'est en quantité fort variable, parfois même assez faible. Sa teneur en tanin est loin aussi d'être constante; mais elle est généralement plus forte que dans l'aubier, tout en restant inférieure à celle du bois parfait. De plus, ce tanin est presque exclusivement localisé dans les parenchymes ligneux et radial; rarement on le trouve fixé sur les parois des fibres. Enfin, les vaisseaux sont fréquemment pourvus de thylles. La constitution d'une lunure est, on le voit, intermédiaire entre celle de l'aubier et celle du duramen, mais se rapproche plus de cette dernière.

» La cause qui produit la lunure a donc pour effet d'entraver la transformation de l'aubier en bois parfait et d'arrêter cette transformation à un stade plus ou moins avancé de son développement. Dans une même zone lunée on trouve souvent des couches plus duraminisées les unes que les autres, se distinguant entre elles par des variations dans l'intensité des teintes. Elles ressemblent d'autant plus à l'aubier qu'elles sont moins foncées; même on y remarque parfois des places que rien ne différencie de ce tissu. Le nom de *double aubier* donné à la lunure est donc impropre; celui de *faux aubier* serait plus juste, à la condition d'entendre par là qu'au lieu

d'être inférieur à l'aubier, comme le croyaient Buffon et Duhamel, le bois luné lui est, au contraire, supérieur par ses propriétés, du moins tant qu'il n'est pas altéré, qu'il n'a pas passé à l'état de *lunure rousse*.

» Mais cette altération ne tarde pas à se produire, parce que le tissu malade meurt prématurément. La mort arrive d'autant plus tôt et la duraminisation est, par suite, d'autant moins avancée que l'atteinte a été plus forte. Il se forme ainsi un séquestre, lequel ne tarde pas à subir la série des dégénérescences qui le font passer à l'état de *bois rouge*, comme cela arrive dans tous les cas où, soit par accident, soit par les progrès de l'âge, le bois meurt enclavé dans du tissu vivant.

» Quelle est l'origine de cette maladie? Buffon et Duhamel attribuaient à diverses causes les lunures qu'ils avaient examinées, mais surtout aux froids excessifs de l'hiver de 1709. Cette opinion prévalut par la suite, corroborée qu'elle fut par l'examen des lunures produites postérieurement et qu'on regarda comme dues aux hivers de 1789, 1794 et 1829. Toutefois, il ne pouvait y avoir à cet égard qu'une présomption, parce que, le plus souvent, les couches formées dans les années ayant immédiatement précédé celle d'un grand hiver ne paraissent pas être lunées. Cette circonstance aurait dû suffire à ne pas faire considérer comme démontrée l'influence des basses températures.

» J'ai pensé que, si les lunures étaient bien produites par les grands froids, je devais en rencontrer dans les chênes qui se trouvaient sur pied pendant l'hiver de 1879-1880. En effet, il n'est pas très rare de rencontrer, parmi ceux qui sont livrés journellement à l'exploitation, des sujets dont le duramen périphérique correspondant aux douze ou quinze années antérieures à 1880 se distingue par une teinte plus pâle que celle du bois intérieur. Il présente à l'examen microscopique les caractères, plus ou moins accusés, des lunures. Assez souvent, les couches, au nombre de 2-5, précédant immédiatement celle de 1880, semblent constituées par un duramen normal. Mais je me suis assuré que, néanmoins, elles doivent être regardées comme faisant partie de la lunure, car elles renferment une certaine quantité d'amidon et sont relativement pauvres en tanin. La duraminisation y est donc incomplète. Au contraire, les couches immédiatement postérieures à celle de 1879 sont généralement dépourvues d'amidon et offrent tous les signes d'un duramen normal, au début de sa formation. C'est donc bien à la couche de 1880 que s'arrête le bois luné.

» Mais ce n'est pas tout. Les couches formées postérieurement à celle de 1879 sont bien plus étroites que celles qui l'ont précédée. Dans les

sujets vigoureux cette réduction d'accroissement est limitée à quelques années; sur ceux dont la végétation était languissante, elle n'a pas encore cessé. De cette observation, jointe à la précédente, il résulte que les lunures constatées sont bien dues à une cause accidentelle qui s'est manifestée entre la période végétative de 1879 et celle de 1881. On est, par suite, autorisé à les attribuer au grand abaissement de température du mois de décembre 1879.

» Les caractères que je viens de signaler ne se rencontrent pas seulement dans les bois portant des lunures apparentes. Même dans les Chênes où la duraminisation des couches antérieures à 1880 a été assez complète pour qu'on n'aperçoive aucun changement de coloration, celles-ci renferment encore un peu d'amidon, surtout dans les cellules de bordure des gros rayons, fait qui ne se remarque pas sur les échantillons recueillis avant cette époque. On observe aussi la réduction d'épaisseur des couches 1880-1882. Ce caractère est même plus général encore que le premier. Je l'ai constaté pour la plupart des Chênes des environs de Nancy que j'ai examinés. C'est une preuve que ces arbres aussi ont été touchés.

» Cette réduction des accroissements montre que, dans les cas de lunure, l'assise cambiale est également atteinte par le froid et que son activité végétative se trouve ralentie pendant plusieurs années. Ainsi s'explique une anomalie apparente, qui déjà avait frappé Buffon. On comprenait difficilement que le cambium et les couches les plus rapprochées de lui fussent épargnées, alors que celles qui étaient situées plus profondément, mieux protégées par conséquent, ne l'étaient pas. En réalité, tous ces tissus sont atteints, seulement avec moins d'intensité que les couches plus internes, parce que les premiers, étant plus jeunes, sont plus vigoureux et que la vigueur de constitution est une cause de résistance au froid [1].

» Les lunures n'avaient été observées jusqu'ici que sur d'assez gros Chênes. Elles atteignent aussi les plus petits sujets. Ainsi, beaucoup de baliveaux et de rejets de souche qui, en 1879, n'avaient que quelques années, ont été frappés et même avec plus d'intensité et de généralité que les individus âgés, sans doute à cause de la faible épaisseur de leur écorce. La partie centrale de leur duramen est amylifère, il s'y trouve peu de tanin et les vaisseaux y sont souvent dépourvus de thylles. Parfois même, elle commence à devenir rousse, prélude de plus graves altérations qui se termineront par la carie.

---

[1] Ce fait résulte d'observations sur de jeunes Sapins atteints par les froids du mois de février 1895, observations qui seront publiées incessamment.

» On voit quels désastres aura occasionnés dans les forêts l'hiver de 1879-1880. Jusqu'à présent, on les croyait limités à ceux qu'on avait constatés au printemps de 1880 ou dans le cours des années suivantes (nécroses partielles ou totales). On ne comptait pas avec ceux qui ne se feraient sentir qu'à longue échéance. Non seulement cet hiver aura produit une diminution énorme dans la production ligneuse, fait qu'on ne soupçonnait même pas, mais encore il aura exercé une très fâcheuse influence sur la qualité des bois. »

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Les troubles physiologiques et trophiques dus aux rayons* X. Note de M. **Destot**, présentée par M. Bouchard.

« Tous les auteurs qui ont essayé de poursuivre des recherches un peu longues avec les rayons X ont signalé des troubles trophiques allant de l'érythème simple à l'abcès en passant par les phlyctènes, l'ulcération de la peau avec perte des phanères.

» On a cru trouver une analogie entre ces faits et ceux du coup de soleil. Ils en diffèrent à divers points de vue :

» 1° Les rayons ne sont pas perçus au moment de l'application;

» 2° Entre le moment d'application et l'apparition des troubles il s'écoule un laps de temps considérable quelquefois, de quarante-huit heures à vingt jours, et il est difficile d'admettre une action directe immédiate sur les tissus, amenant des changements physiques et chimiques capables d'entraîner une nécrobiose au bout d'une pareille période;

» 3° La distance du tube à la peau joue un très grand rôle; au delà d'une certaine limite, que nous aurons à préciser, les troubles ne se manifestent plus;

» 4° On les empêche en interposant une feuille d'aluminium, reliée au sol, qui laisse cependant passer les rayons X;

» 5° Enfin, ces troubles n'apparaissent pas, ainsi que nous l'avons signalé le premier, avec l'emploi de la machine statique comme source d'électricité. Dans ce cas pourtant, les rayons X possèdent les mêmes qualités physiques. Notre observation a d'ailleurs été contrôlée par les observations de Frei (*Electrical Engineer;* février 1897).

» Il s'agit donc de troubles ayant pour point de départ le système nerveux sensitif inconscient, réagissant sur la moelle et amenant secondairement les troubles signalés, par l'intermédiaire des vaisseaux.

» L'étude du pouls devait donc permettre de vérifier cette hypothèse,

puisqu'elle permettait, d'une part, d'affirmer un retentissement sur tout l'appareil cardio-vasculaire, incompatible avec l'idée d'une action locale, et, d'autre part, de préciser l'origine des troubles trophiques.

» Aussi avons-nous opposé l'étude du pouls avec la machine statique à l'étude du pouls avec la bobine servant de générateur, puisque dans un cas les troubles trophiques n'existent pas. Le tube était le même, dirigé sur la main à $0^m,05$ de la peau ; la séance d'exposition a duré une heure ; le pouls était inscrit au sphygmographe à cylindre de Marey, et pris sur le bras opposé à celui exposé aux rayons.

» Avec la machine statique, on voit, au bout de dix minutes, le dicrotisme disparaître, le pouls se tend, mais il n'y a pas de modification dans le nombre de pulsations.

» Au bout d'une heure, le tube est arrêté, et le pouls reprend presque immédiatement sa forme et son allure normales.

» Avec la bobine, le pouls montre d'abord une tension passagère, qui est bientôt suivie d'une chute considérable, accusée par l'exagération du crochet et du polycrotisme; puis survient de l'arythmie avec pulsations avortées.

» Le tube étant arrêté, le pouls ne reprend pas sa forme, si bien qu'au bout d'une seconde heure il est aussi modifié que si le tube fonctionnait. L'expérience n'a pas été poussée plus loin.

» Dans les deux cas, des plaques photographiques ont été impressionnées et l'on ne peut y trouver de différence d'intensité. Les rayons X avaient donc la même intensité et les mêmes qualités physiques. Seuls les générateurs électriques différaient et l'on doit leur imputer les différences de tracé.

» L'onde électrique et sa forme sont donc la cause des troubles, et non les rayons X eux-mêmes. Il se développe en effet, autour du tube, une atmosphère électrique, qui cale le radiomètre (Gossert et Chevalier), qui est positive (Rydbery), qui détermine des actions particulières sur l'aiguille de déclinaison (Korda et Oudin), et c'est elle qui agit sur les extrémités nerveuses sensitives, inconscientes du sympathique. Le champ électrostatique ainsi créé ne dépasse pas une certaine limite variant avec les appareils employés (ordinairement 0,25 en moyenne) et que l'on peut déterminer dans l'obscurité avec le radiomètre qui s'éclaire sous son influence : ce qui explique pourquoi les troubles ne se montrent pas au delà d'une certaine distance et pourquoi une lame métallique mise à la terre les empêche de se produire.

» Les expériences sur les animaux ne prouvent rien. En effet, leur peau a une physiologie, une anatomie et une pathologie trop différentes de la peau glabre de l'homme, et elle n'est pas organisée pour résister et réagir aux vibrations extérieures de la même façon. Le cobaye, par exemple, fait de la sclérose cutanée où l'homme fait de l'ulcération. Aussi les expériences de MM. Genoud et Lortet ne sont pas applicables à l'homme ; elles ont eu toutefois le mérite de créer une méthode de radiothérapie qui, si elle n'a pas eu au point de vue thérapeutique les résultats qu'on espérait, a fait naître des troubles trophiques, dont la physiologie est intéressante à beaucoup d'égards. Mais le rayon X n'est pour rien dans ces singulières manifestations; la forme et la fréquence de l'onde électrique génératrice sont seules en cause. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Recherches sur les causes des troubles de la croissance, à l'aide des rayons de Röntgen.* Note de MM. **Maurice Springer** et **D. Serbanesco**, présentée par M. Potain.

« En examinant, à l'aide des rayons Röntgen, au niveau du genou, le cartilage de conjugaison du tibia et du fémur, on constate qu'il se présente sous l'aspect d'une zone claire et transparente. Celle-ci diminue à mesure que la croissance progresse; elle disparaît complètement quand le cartilage qui fait croître en hauteur, infiltré de sels calcaires et ossifié, arrête définitivement la croissance.

» Nous avons recherché quel était l'état de ce cartilage dans différents troubles de croissance attribuables à des causes diverses.

» Le fait le plus remarquable nous est fourni par le *myxœdème*. Dans cette affection la radiographie révèle que le cartilage de conjugaison persiste longtemps sans s'ossifier; et, en effet, le traitement thyroïdien peut faire grandir, même à trente-quatre ans.

» Cette persistance de l'état infantile de certains organes concorde bien avec le fait, récemment mis en lumière par le Dr H. Vaquez : la présence de globules rouges nucléés révélant la persistance du processus fœtal de l'hématopoïèse.

» Dans la *syphilis héréditaire* l'arrêt de développement paraît dû à une tendance à l'ossification précoce, mais le cartilage persiste.

» Chez les enfants d'*alcooliques*, le cartilage est mince, irrégulier et s'ossifie prématurément.

» Par contre, dans la *tuberculose* héréditaire ou acquise, le cartilage persiste et son ossification paraît ralentie.

» Un grand nombre de maladies produisent des altérations dans la disposition de ce cartilage et dans son mode d'ossification.

» La radiographie ajoute à l'étude des troubles de la croissance un nouveau signe physique aisément appréciable et fort utile pour le diagnostic. Cette recherche pourra désormais guider le traitement, puisque, tant que le cartilage présente une zone transparente, on peut combattre les arrêts de croissance, tandis que, lorsque le cartilage est opaque, tout traitement dans le but de faire croître est inutile, la croissance étant définitivement arrêtée. »

M. Teguor adresse une Note ayant pour titre : « Règle pour servir à la résolution de deux équations numériques d'un degré quelconque à deux inconnues ».

La séance est levée à 4 heures trois quarts. M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 3 mai 1897.

Annales de Chimie et de Physique, par MM. Berthelot, Friedel, Mascart, Moissan. Mai 1897. T. XI. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1897; 1 fasc. in-8°.

Bulletin des Sciences mathématiques, rédigé par MM. Gaston Darboux et Jules Tannery. Deuxième série. Avril 1897. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1897; 1 fasc. in-8°.

Annales de l'Observatoire de Nice, publiées sous les auspices du Bureau des Longitudes par M. Perrotin, Correspondant de l'Institut et du Bureau des Longitudes, Directeur. Tome VI. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1897; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Faye.)

Ministère des Travaux publics. Routes nationales. Recensement de la circulation en 1894. Paris, Imprimerie Nationale, 1896; 1 vol. in-4°.

Lavoisier et les Sciences médicales, par A. Pannetier, ex-interne des hôpitaux de Paris. Commentry (Allier), 1895; 1 broch. in-8°.

Mémoires et Bulletins de la Société de Médecine et de Chirurgie de Bordeaux, 3e et 4e fasc. 1896. Paris, Masson et Cie, 1897. 1 vol. in-8°.

Éloge historique de Nicolas-J. Lobatchevsky, prononcé dans la Séance solennelle de l'Université Impériale de Kazan, le 22 octobre 1893, par M. le Professeur A. Vassilief, Président de la Société physique et mathématique de Kazan. Traduit du russe par Mlle A. Fichtenholtz. Paris, A. Hermann, 1896. broch.; in-8°. (Présenté par M. Hermite.)

Introduction to general Chemistry, a graded course of one hundred Lectures, by Gustavus Detlef Hinrichs, N. D., L. L. D. London, H. Grevel and C°, 1897; 1 vol. in-8°.

De dovstumme i norge, af V. Uchermann, Professeur ved Kristiania, Univeristet. Kristiania, 1896; 2 vol. in-8°.

Astronomical and magnetical and meteorological observations made at Royal Observatory Greenwich, in the year 1879. London, 1881; 1 vol. in-4°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 24 MAI 1897,

PRÉSIDENCE DE M. A. CHATIN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

HISTOIRE DES SCIENCES. — *Outils et armes de l'âge du cuivre pur en Égypte : procédés de fabrication. Nouvelles recherches;* par M. **Berthelot.**

« M. de Morgan m'a adressé, le 28 mars dernier, de nouveaux objets, les uns trouvés par lui, et d'autres par M. Amelineau, remontant aux âges les plus anciens de l'Empire égyptien : le tout m'est parvenu le 10 avril.

» Sur l'origine de ces objets, je ne puis que m'en remettre à la garantie de M. de Morgan, dont on connaît la légitime autorité en ces questions; la date ne pouvant être rendue absolument certaine que dans le cas où des objets de ce genre portent des inscriptions, telles que celles du sceptre de Pépi Ier en Égypte (1), ou bien de la lance du roi de Kish, à Tello (2). A défaut d'une inscription sur l'objet même, la certitude, ou plutôt la probabilité, résulte de l'examen des objets trouvés dans la même tombe, jointe

(1) *La Chimie au moyen âge,* t. I, p. 365.

(2) *Annales de Chimie et de Physique,* 7e série, t. XI, p. 61.

à la démonstration, que la tombe n'a pas été violée à des époques postérieures, comme il est trop souvent arrivé en Égypte; les voleurs ayant pu y introduire ou y abandonner des instruments et objets divers, contemporains de leur temps.

» I. Le premier objet que j'ai examiné et le plus ancien est une sorte de cupule métallique rougeâtre, trouvée à Négadah, dans une sépulture royale extrêmement ancienne, en compagnie de divers objets et de courtes inscriptions en caractères très archaïques. Parmi ces objets figurent de longues lames de silex taillées, des animaux en ivoire et en cristal de roche, des vases d'obsidienne et de terre cuite, et quelques fragments d'or : ces antiquités seraient les plus anciennes connues en Égypte. La sépulture qui les renferme était composée de 27 chambres; elle n'avait pas été spoliée, mais complètement brûlée, peu de temps après l'inhumation.

» Voici les résultats fournis par l'objet de cuivre que M. de Morgan m'a adressé.

» C'est une cupule de forme circulaire; elle présente à sa partie supérieure un diamètre de 52^{mm} dans une direction, de 54^{mm} dans la direction rectangulaire; le rebord est plan sur une largeur de 5^{mm} à 6^{mm} et une épaisseur de 4^{mm}; puis l'objet est creusé en forme de coupe, profonde au centre de 10^{mm} en tout, à compter depuis la surface supérieure du rebord, c'est-à-dire de 6^{mm} au-dessous du plan inférieur limitant le rebord qui vient d'être signalé. L'épaisseur du métal au fond est de 5^{mm}. L'objet est en outre recouvert d'une double patine : l'une verte formant enduit, l'autre blanche, irrégulièrement répartie.

» Cette cupule est fragile, c'est-à-dire facile à briser; sans doute par suite de la désagrégation du métal, résultant de ce qu'elle est oxydée à cœur. En effet, elle est constituée par du cuivre métallique en grande partie transformé en protoxyde. La matière ne renferme ni arsenic, ni autres métaux en proportion notable.

» L'enduit vert contient du chlore, de l'acide carbonique et du cuivre, c'est-à-dire de l'atakamite (oxychlorure) et du carbonate de cuivre. L'oxychlorure de cuivre a servi d'intermédiaire à la transformation du cuivre en protoxyde, conformément à un mécanisme régulier, que j'ai défini par des expériences et qui préside à l'altération progressive et continue des objets de cuivre archaïques, soit sous terre, soit même dans les musées ([1]). La portion superficielle de la patine, dans les régions blanchâtres, renfermait du carbonate de chaux, du sable et une trace de chlorures.

([1]) *Annales de Chimie et de Physique*, 7e série, t. IV, p. 552.

» Quelle était la destination de l'objet que je viens de décrire? C'est ce qu'il est difficile de décider, en l'absence de tout autre en relation avec lui. Toutefois, il semble difficile d'admettre qu'il constituât un ensemble à destination propre (sauf le cas d'amulette?). C'était sans doute un appendice rattaché à quelque chose plus importante, formée de bois ou d'une matière organique (étoffe, cuir, etc.), qui a disparu : par exemple, l'*umbo* d'un bouclier, ou l'ornement de ces armes en bois, usitées chez les anciens Égyptiens, à l'époque reculée où les métaux étaient encore trop rares et trop précieux pour être prodigués. En tout cas, l'absence de l'étain doit être notée.

» Les objets qui suivent ont été découverts par M. Amelineau, à Abydos, dans une tombe très ancienne, quoique probablement plus récente que celle de Négadah.

» II. Le plus important, sans contredit, est une hache plate, rouge, dure et compacte, un peu oxydée et vert-de-grisée à la surface; elle pèse 465^{gr}. Je la mets sous les yeux de l'Académie : elle est constituée par du cuivre à peu près pur, sans étain, ni plomb, ni arsenic. La patine renferme, outre le cuivre, du chlore, de l'acide carbonique, de la chaux, un peu de sable. Mais la masse principale a conservé la dureté et la ténacité métallique. Elle est faiblement oxydée.

» Voici quelles sont les dimensions et dispositions de cette hache. Elle est en forme de carré long, dont deux angles fortement arrondis. Le dos de la hache, haut de 130^{mm}, est rectiligne, un peu renforcé vers son milieu. En haut et en bas, il est coupé à angle droit par deux autres côtés, rectilignes sur une longueur de 80^{mm} environ, puis s'arrondissant de part et d'autre, pour former le tranchant ou quatrième côté. La distance entre le milieu du tranchant et le milieu du dos, c'est-à-dire la largeur maxima de la hache, est de 85^{mm}. L'épaisseur moyenne de la hache est de 4^{mm} à 5^{mm} environ, assez uniforme, sauf vers le tranchant, qui s'amincit au centre jusque vers 1^{mm}, dans son état actuel, sans doute émoussé.

» Ce qui caractérise surtout cette hache plate, c'est son mode d'emmanchement. En effet, elle est percée, au milieu de sa hauteur, à une distance de 25^{mm} du dos et de 50^{mm} du tranchant, par un large trou rond, d'un diamètre égal à 10^{mm}. Ce trou servait évidemment à fixer la hache à un manche en bois solide, au moyen d'une forte cheville, enfoncée dans le trou.

» J'observerai encore que la forme de cette hache répond à celle de certaines haches primitives et préhistoriques, trouvées en divers endroits d'Europe et d'Asie, et constituées soit par du bronze, soit par du cuivre pur.

» A cet égard, sa composition est caractéristique de l'âge de cuivre égyptien, c'est-à-dire d'une époque où le bronze, plus dur et plus résistant que le cuivre, n'était pas encore employé dans la fabrication des armes.

» Parmi les autres objets trouvés dans le même tombeau, il en est qui sont également caractéristiques à cet égard et fort intéressants par leur mode de fabrication : ce sont des aiguilles et un ciseau, dont la destination exigeait l'emploi du métal le plus dur qui fût connu à ces lointaines époques.

» Quatre aiguilles et objets de cet ordre figurent dans l'envoi de M. de Morgan.

» III. Je citerai d'abord une grosse aiguille cylindrique, longue de 80^{mm}, épaisse de 2^{mm}. Cette aiguille est formée par du cuivre à peu près pur. Le chas, aujourd'hui obturé par l'oxydation, est en forme de losange. Le corps de l'aiguille même porte du haut en bas la trace d'une longue fente, à peu près verticale, visible d'un seul côté. Cette disposition est très intéressante, car elle montre que l'aiguille a été fabriquée au moyen d'une lamelle étroite de métal.

» L'ouvrier a d'abord aplati au marteau un morceau de métal, obtenu par la fusion du minerai, de façon à constituer une feuille, épaisse de 1^{mm} environ; puis il a découpé dans cette feuille une longue lamelle étroite, destinée à fabriquer l'aiguille, et il l'a repliée dans le sens longitudinal, en forgeant l'aiguille proprement dite.

» Vers la pointe, la fente cesse d'être parallèle à l'axe, en prenant une direction un peu oblique; sans doute dans le but de constituer la pointe avec une seule épaisseur de lame, sans l'affaiblir par quelque superposition. Ces dispositions rendent compte d'ailleurs de la structure canaliculée, que j'ai signalée précédemment sur une aiguille de cuivre, trouvée par M. de Morgan dans la nécropole de Toukh [1].

» Le chas même de l'aiguille, dont j'ai parlé plus haut, a été obtenu par une fente longitudinale, pratiquée à la partie supérieure de la lame de cuivre. Les bords en ont été écartés, puis chacun d'eux incurvé sous un angle à concavité intérieure.

» L'ouvrier a ensuite rapproché les deux extrémités libres, de façon à fermer le losange, soit au marteau, soit peut-être en le brasant, de façon à laisser ouverte la partie centrale. Le trou de l'aiguille a été ainsi obtenu sans l'emploi d'un agent de perforation.

» Il est intéressant de rencontrer, dès cette époque reculée, des procédés de fabrication des outils métalliques, semblables à quelques-uns des

---

[1] *Annales de Chim. et de Phys.*, 7e série, t. XI, p. 58.

procédés encore usités de notre temps, par exemple dans la fabrication de certains tubes et canons de fusil.

» IV. Les mêmes procédés ont été mis en œuvre pour la fabrication d'un objet beaucoup plus volumineux qu'une aiguille, je veux dire un petit ciseau métallique, trouvé en même temps que les aiguilles. Ce ciseau est constitué par une tige quadrangulaire, longue actuellement de 80^{mm}, mais dont la partie supérieure manque. La largeur est de 4^{mm}, l'épaisseur de 2^{mm} environ. La partie inférieure se termine par un biseau tranchant, aplati suivant un plan passant par l'axe du ciseau et parallèle aux faces les plus minces; ce biseau aplati a environ 5^{mm} à 6^{mm} de large sur autant de longueur; il se termine par un tranchant, qui devait être fort aigu dans son état primitif; actuellement, quoiqu'en partie ébréché et oxydé, son épaisseur ne dépasse guère $\frac{1}{3}$ de millimètre.

» Le métal est constitué par du cuivre à peu près pur (industriellement parlant), sans étain; mais il est recouvert de vert-de-gris et d'une série de points ou granules saillants, composés par du protoxyde de cuivre, résultant de l'altération du métal; aussi l'objet est-il devenu fragile, en raison de cette désagrégation.

» La tranche du métal, examinée sur une fracture fraîche, décèle le procédé de fabrication. L'ouvrier a pris une lame de cuivre épaisse de 1^{mm} environ et de la longueur convenable, il y a tracé deux sillons parallèles distants de 4^{mm}, sur la longueur destinée à former l'outil. A droite et à gauche de ces sillons, il a coupé la lame parallèlement, à une distance de 2^{mm} du sillon; puis il a rabattu les deux côtés sur la portion centrale, jusqu'à ce qu'ils se fussent rejoints de façon à constituer un barreau ou tige quadrangulaire des dimensions signalées plus haut; peut-être a-t-il brasé ensuite la jonction. En tout cas, on en aperçoit parfaitement la trace rectiligne et parallèle à l'axe du barreau, sur la partie centrale de l'une des deux larges faces de ce barreau, à l'exclusion des trois autres faces. Cette ligne subsiste sur toute la longueur; mais en se recourbant sous forme d'hélice de façon à passer sur la face étroite adjacente, jusque vers le point où l'on arrive au biseau, point auquel se produit une légère déviation; ce biseau étant constitué par la réunion des lames, aplaties l'une sur l'autre pour former le tranchant.

» En somme, ce ciseau a été fabriqué par le même procédé que l'aiguille décrite précédemment: la réduction du métal en lames minces. Le travail de celles-ci était sans doute plus facile que la fabrication directe d'une barre massive, pour les ouvriers de cette époque.

» V. Cependant, un procédé de fabrication un peu différent, quoique toujours fondé sur l'emploi des lames minces de cuivre, nous est révélé par l'examen d'un autre objet de même origine, que j'ai trouvé parmi ceux qui m'ont été remis et dont la composition est également celle du cuivre industriellement pur. Cet objet a la forme d'une aiguille canaliculée, longue de 55^{mm}, d'un diamètre de 1^{mm}. Il est constitué par une lame étroite et très mince, tordue en spirale, formant plusieurs tours sur sa longueur. Sa disposition rappelle la fabrication des canons de fusil rubanés et celle du tube hélical, en acier fondu laminé à froid, employé aujourd'hui dans la fabrication des cadres de certaines bicyclettes.

» VI. Un objet similaire, long de 85^{mm} et épais de 2^{mm} est constitué aussi par une feuille métallique étroite, tordue en spirale, mais dont les parois n'ont pas encore été rapprochées en un système régulier. Elle paraît représenter le début de la fabrication. Elle est composée de cuivre, avec une trace d'arsenic.

» VII. L'envoi de M. de Morgan renferme encore divers débris de cuivre, dont il n'est pas possible d'assigner la destination originelle, mais qui offrent ce caractère commun de représenter tous des lames ou fragments de lames, savoir :

» 1° Un fragment triangulaire, irrégulier, en forme de triangle rectangle équilatéral, de 30^{mm} sur 30^{mm}, épais d'un demi-millimètre : cuivre fortement arsénical ;

» 2° Un fragment plus grand, rappelant la forme de la hache ci-dessus, mais non troué; de 60^{mm} au dos, sur 44^{mm} en largeur maxima et 1^{mm} d'épaisseur : cuivre avec trace d'arsenic ;

» 3° Trois fragments semblables irréguliers;

» 4° Deux longues rognures de cuivre;

» 5° Une très petite lame régulière, ou fragment de feuille.

» VIII. Je signalerai enfin une lame longue de 85^{mm}, large de 5 à 6^{mm}, à bords irréguliers, épaisse d'un demi-millimètre : cuivre avec trace d'arsenic. Ce qui la distingue, c'est l'existence de deux trous de clous, l'un de 1^{mm}, l'autre de $0^{mm},3$. Ces trous ont été percés avec une pointe et portent l'empreinte de la tête des clous, rivée au marteau. Si j'insiste sur ces circonstances, c'est qu'elles contrastent avec le procédé employé pour fabriquer le chas de l'aiguille (III) que j'ai décrite plus haut.

» La lame dont il s'agit ici a dû être fixée autrefois comme garniture sur un objet de bois ou analogue, tel qu'un coffret, qui a disparu.

» Tels sont les objets soumis à mon examen. Ils sont tous constitués,

je le répète, par du cuivre à peu près pur, renfermant parfois de l'arsenic, mais ne contenant ni étain, ni plomb, ni zinc. Cette composition est caractéristique.

» Ce n'est pas que la fabrication de lames et objets en cuivre pur n'ait eu lieu à toute époque et ne subsiste même aujourd'hui; mais on a cessé depuis longtemps de fabriquer des outils, tels que des aiguilles ou des ciseaux, et des armes, telles que des haches, avec le cuivre pur. Le bronze d'abord, puis le fer, l'ont remplacé, pour tous les emplois qui exigent un métal dur et résistant. L'existence des objets précédents et leur mélange avec des lames de silex paraissent donc se rapporter à une population qui en était encore à l'âge du cuivre pur proprement dit. »

HISTOIRE DES SCIENCES. — *Sur divers liquides contenus dans des vases antiques.* Note de M. **Berthelot.**

« J'ai eu occasion d'examiner récemment des liquides trouvés dans des vases et tombeaux antiques; il paraît utile d'en donner ici l'analyse.

A. *Liquides provenant d'un flacon trouvé près de Reims.*

» Deux de ces liquides m'ont été remis par M. Th. Habert, conservateur du Musée archéologique et céramique de la ville de Reims. Ils ont été extraits par lui d'un flacon de verre trouvé dans les environs, et qu'il regarde comme appartenant à l'époque gallo-romaine.

» Ce flacon, à panse arrondie et à goulot un peu large, muni d'une anse, avait une capacité d'un demi-litre environ. Il renfermait un liquide aqueux, surmonté par une matière grasse, en grande partie fluidifiée.

I. — Matière grasse.

» On a d'abord analysé la matière grasse. On a décanté la portion liquide et isolé la portion solide, par une série de compressions ménagées.

» *Portion solide.* — Sur une portion on a titré l'acide libre, par un essai alcalimétrique, fait au moyen de la potasse et avec le concours de l'alcool. Je demande la permission de rappeler que le principe de ce procédé, aujourd'hui fort usité, a été signalé par moi, en 1855 (1), pour le dosage volumétrique, par le tournesol et un alcali, des acides gras mélangés aux corps gras neutres.

(1) *Journal de Pharmacie*, 3e série, t. XXVII, p. 30.

» Une autre portion a été délayée dans un lait de chaux et traitée aussitôt par l'éther. On a trouvé ainsi :

	Acide gras calculé comme acide	
	stéarique.	palmitique.
Acide libre	88,3	79,6
Corps gras neutre	17,6	17,6
	105,9	97,2

» D'après ce calcul, sur 100 parties, l'acide gras libre actuel était formé de deux tiers environ d'acide stéarique (mêlé d'acide oléique), et d'un tiers d'acide palmitique.

» *Portion liquide.* — Elle est beaucoup plus abondante, très visqueuse, jaunâtre, douée d'une odeur rance fortement prononcée, jaunâtre, très soluble dans l'alcool, qu'elle rend fluorescent. Le titrage alcalimétrique répond à un acide dont le poids, évalué suivant l'équivalent de l'acide oléique, représenterait 79 centièmes du total. Mais ce chiffre est trop fort, d'après les résultats obtenus dans un essai spécial pour doser la matière neutre; essai, d'ailleurs, que la solubilité de l'oléate de chaux dans l'éther a empêché de fournir un résultat précis.

» Quoi qu'il en soit, cette analyse montre que la matière grasse contenue dans le flacon était, en majeure partie, acidifiée et oxydée : une certaine portion demeurant à l'état de matière neutre. Ces résultats répondaient probablement à l'existence primitive, dans le flacon, d'une matière grasse neutre, telle qu'une huile végétale. Une graisse animale aurait fourni une matière concrète à la température ordinaire ; en raison de la prépondérance des glycérides provenant des acides gras solides dans une semblable graisse.

» Les altérations subies sont d'ailleurs semblables à celles que M. Friedel a signalées récemment pour des matières grasses trouvées dans des tombes égyptiennes (*Comptes rendus*, t. CXXIV, p. 648).

» Toutefois, celles que j'examine en ce moment ont éprouvé, de la part de l'eau, des réactions spéciales, dont il va maintenant être question.

II. — Liquide aqueux.

» En effet, le flacon renfermait, dans sa partie inférieure, une couche aqueuse. Ce dernier liquide contient des matières organiques et des matières minérales.

» La matière organique est constituée par un mélange d'acides volatils avec la vapeur d'eau ($C^nH^{2n}O^2$) et d'acides fixes ($C^nH^{2n-2}O^4$), mélangés

d'acides $C^nH^{2n-2}O^3$?. L'acidité totale répond à un quart d'équivalent d'acide au litre : pour en préciser le poids, il faudrait savoir à la fois la nature spécifique de ces acides et le volume total du liquide aqueux, lequel m'est inconnu. On a seulement constaté que la proportion équivalente des acides volatils répondait sensiblement au tiers du titre acide total, dans le liquide aqueux.

» Ce rapport mérite attention. En effet, il répondrait à une formation simultanée des deux systèmes équivalents

$$C^nH^{2n-2}O^4 \quad \text{et} \quad C^{n-1}H^{2n-2}O^2 + CO^2,$$

formés en proportion égale. Ces deux systèmes résultent en effet de la métamorphose, par oxydation, d'un acide gras monobasique, à la fois en un acide bibasique, de même richesse en carbone, et d'un acide monobasique homologue immédiatement inférieur :

$$C^nH^{2n}O^2 + O^3 = \begin{cases} C^nH^{2n-2}O^4 + H^2O, \\ C^{n-1}H^{2n-2}O^2 + CO^2 + H^2O. \end{cases}$$

Ce mécanisme est précisément celui qui préside à l'oxydation graduelle des acides gras par les réactifs ordinaires, ainsi que je l'ai constaté spécialement, en oxydant les acides acétique et butyrique par le permanganate de potasse [1]. L'oxygène de l'air, par son action lente, opérerait de la même manière.

» Après neutralisation, ce liquide a été évaporé au bain-marie et traité par l'alcool mêlé d'éther. Ce dernier, évaporé à froid, a laissé une dose très notable de glycérine, presque pure.

» Les matières minérales contenues dans ce liquide aqueux consistaient en de petites quantités de chlorures et d'azotates. Il n'y avait pas d'ammoniaque sensible.

» Ces résultats montrent que le liquide aqueux n'était pas constitué par une saumure, placée au fond du flacon à l'origine, en même temps que l'huile, conformément à certaines pratiques des anciens.

» L'orifice du flacon étant demeuré ouvert, je pense que le liquide aqueux n'est autre que de l'eau d'infiltration, provenant du terrain où ce vase était enfoui, et dont l'action chimique s'est ajoutée à celle de l'oxygène pour produire l'altération lente de la matière grasse. On doit seulement noter deux choses : savoir la persistance d'une certaine proportion de

---

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. XV, p. 367; 1868.

corps gras neutres, même après une quinzaine de siècles, et surtout celle de la glycérine. Les glucoses et sucres dissous auraient probablement disparu dans ces conditions.

B. *Liquide provenant d'un tombeau syrien.*

» Ce liquide a été adressé, par un Maronite, au Président de la République, comme étant, d'après l'expéditeur, le liquide dont les Phéniciens se seraient servis pour conserver les corps; la lettre ne contenait d'ailleurs aucun détail sur les conditions de la trouvaille. Mais un examen plus approfondi de ces conditions m'a paru inutile, le liquide n'étant autre que de l'eau, avec de petites quantités de bicarbonate de chaux, de chlorures et des traces d'azotates. C'est sans doute de l'eau d'infiltration, comme la précédente.

» J'ai déjà signalé plusieurs exemples de ce genre, lors de mes recherches sur un vin antique contenu dans un vase gallo-romain scellé à la lampe (¹). Ainsi le liquide contenu dans un balustre creux, provenant d'un verre à boire, conservé au Musée de Rouen, n'était autre que de l'eau. De même un liquide contenu dans un vase de verre bleu, du Musée du Louvre.

» En général, les observateurs doivent se tenir en méfiance contre l'introduction accidentelle d'infiltration de l'eau dans les vases antiques. »

CHIMIE. — *Action de la lumière sur les mélanges de gaz dont elle provoque la combinaison, en particulier, sur les mélanges de chlore et d'hydrogène;* par MM. **Armand Gautier** et **H. Hélier**.

« L'étude de l'action de la chaleur sur les mélanges de gaz aptes à se combiner nous a conduits à cette conclusion que, pourvu qu'on empêche l'élévation de température résultant du dégagement de chaleur provoqué par la combinaison elle-même, à partir du moment où celle-ci commence, elle atteint en quelques minutes, quelquefois en une fraction de minute, un maximum qui, pour chaque température, n'est plus sensiblement dépassé, quelque soit le temps durant lequel les gaz réagissent (²). Nous

(¹) *Ann. de Chim. et de Phys.*, 5ᵉ série, t. XII, p. 415.

(²) Nous rappellerons qu'en 17 secondes 1,6 pour 100, seulement, du mélange tonnant $H^2 + O$, s'unissent à 260°; 9,78 pour 100 à 331°; 14 pour 100 à 425°, etc., sans que ces proportions puissent être dépassées sensiblement quand, opérant dans la porcelaine de Berlin, on maintient constantes les températures. A 825°,96 pour 100 du mélange tonnant se combinent presque instantanément, mais sans explosion. (Voir

avons donc été amenés à nous demander si la même loi régit l'union des gaz entre eux lorsque cette union se fait, sans combinaison explosive ni élévation sensible de température, sous l'influence de l'influx lumineux.

» Dans ce but, nous nous sommes adressés particulièrement aux mélanges de chlore et d'hydrogène.

» Les anciennes recherches de Bunsen et Roscoë sur les vitesses de combinaison du chlore à l'hydrogène sous l'action de la lumière [1] ne pouvaient permettre de résoudre la question précédente. D'une part, dans ces expériences, les quantités de lumière qu'on faisait agir sur les mélanges gazeux étaient restées indéterminées; d'autre part, on ne pouvait savoir si, pour chaque intensité lumineuse, la combinaison se limitait grâce à l'acide chlorhydrique qui se forme. Ces savants opéraient, en effet, en présence de l'eau et sur des gaz humides; dans ces conditions, l'acide chlorhydrique formé se dissout instantanément, et par conséquent échappe à la réaction. Ils remarquèrent même qu'après avoir rapidement atteint un maximum, la production d'acide chlorhydrique devient constante sous l'action du flux lumineux, observation dont on pourrait déduire que, si l'acide chlorhydrique n'eût pas été absorbé à mesure qu'il se forme, le phénomène eût été limité. De plus, la présence de l'eau dans le mélange gazeux illuminé ne permet pas d'affirmer qu'il ne se fait pas un peu d'acide hypochloreux ou d'oxygène naissant qui interviennent dans la réaction.

» Nous nous décidâmes donc à opérer sur des gaz secs et purs.

» La préparation de l'hydrogène pur ne fait naître aucune difficulté imprévue [2]. Celle du chlore pur est plus délicate. Le bioxyde de manganèse naturel donne du gaz carbonique et parfois des oxydes de l'azote. Les hypochlorites et l'électrolyse de l'acide chlorhydrique ou des chlorures fournissent, à chaud ou à froid, un gaz mêlé d'oxyde de chlore, comme on peut s'en assurer en le faisant passer, après dessiccation préalable, dans un tube de porcelaine chauffé au rouge: en recueillant dans une éprou-

---

Comptes rendus, t. CXXII; p. 566; et *Thèse pour le doctorat ès Sciences* de M. H. Hélier, p. 23, 31 et suivantes; Paris, 1896.)

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. LV, p. 352.

(2) On peut l'obtenir avec du sodium et de l'eau, ou plus simplement, avec du zinc laminé qu'on décompose par l'acide chlorhydrique pur dans un appareil préalablement rempli d'eau que déplace d'abord le gaz qui se forme. Ce gaz est ensuite successivement lavé dans du permanganate de potasse chaud, du brome, de la potasse, de la ponce imprégnée de nitrate d'argent, enfin dans une lessive alcaline.

L'électrolyse de la potasse en solution donne aussi de l'hydrogène pur, mais plus difficilement.

vette pleine de potasse les gaz dégagés, il reste toujours de l'oxygène rallumant les corps en ignition.

» Pour obtenir le chlore exempt d'oxydes de chlore et de produits nitreux, nous nous sommes adressés au bioxyde de manganèse précipité de son bichlorure par de l'acide nitrique étendu. Cette poudre bien lavée, mélangée de 6 fois son poids d'acide chlorhydrique pur, ne donne, à froid, qu'un peu de chlore. La majeure partie se transforme en tétrachlorure de manganèse dont la solution, chauffée au bain-marie, se dissocie facilement et régulièrement en chlore et bichlorure $MnCl^2$. 100^{gr} de ce bioxyde fournissent ainsi, pratiquement, 14^{lit} de chlore pur. Ce gaz est exempt d'acide hypochloreux, car, desséché et chauffé au rouge, il est totalement absorbé par la potasse. Il l'est aussi entièrement par le chlorure ferreux. Il ne contient donc pas de bioxyde d'azote, qui d'ailleurs aurait traversé la potasse. C'est du chlore pur.

» *Action réciproque du chlore et de l'hydrogène, secs ou humides, à l'obscurité.* — Au préalable, nous avons voulu savoir si ces deux gaz qui paraissent s'unir si facilement lorsqu'ils sont exposés ensemble à la lumière, ne réagissent pas à la longue, plus ou moins, l'un sur l'autre en dehors de toute action lumineuse et à la température ambiante. Pour cela, il fallait d'abord préparer et conserver leur mélange à l'obscurité absolue.

» Dans ce but, le chlore pur était produit comme il est dit plus haut, dans une petite tourie de grès; il en sortait par un tube de plomb qui le conduisait, après que tout l'appareil avait été purgé d'air, dans un gazomètre en verre rempli d'eau bouillie, installé dans une cave. Le chlore arrivant à la partie supérieure du gazomètre en chassait l'eau en s'y dissolvant partiellement. Quand la moitié de l'eau du gazomètre s'était écoulée (¹) on introduisait de même l'hydrogène pur. L'appareil de grès producteur de chlore était placé dans un couloir obscur des sous-sols de la Faculté de Médecine; le tube en plomb à dégagement passait de ce couloir dans la cave, absolument noire, à travers deux portes de chêne, formant une sorte d'antichambre entre le couloir et la cave. Par excès de précaution on avait installé entre les deux portes un épais rideau noir qui permettait aux expérimentateurs de pénétrer dans la cave sans qu'aucune lumière s'y glissât avec eux. Dans cette obscurité complète les gaz s'emmagasinaient, comme on l'a dit, dans le gazomètre. On assurait leur mélange par agitation.

» Dans nos premières expériences, les gaz H + Cl ainsi introduits à

(¹) On la conduisait, au moyen d'un tube de plomb, hors la cave pour faire la lecture du volume.

volumes sensiblement égaux dans le gazomètre placé dans l'obscurité absolue étaient ensuite déplacés au moyen d'eau à demi saturée de chlore, lavés, desséchés ou non, suivant les cas, sur du chlorure de calcium, puis sur de l'acide sulfurique, enfin envoyés dans un chapelet de tubes d'une contenance de 35^{cc} à 40^{cc}, effilés aux deux bouts réunis entre eux par des caoutchoucs étroits préalablement désulfurés à la potasse chaude. Quand on avait fait circuler dans les tubes effilés 20 à 30 fois leur volume du mélange gazeux, on les fermait successivement en en trempant les deux points dans du mastic Golaz fondu. Toutes ces opérations étaient exécutées dans l'obscurité complète.

» L'expérience a démontré que les gaz hydrogène + chlore, ainsi mélangés à volumes égaux, ou presque égaux, secs ou humides, pouvaient se conserver indéfiniment sans réagir. Pour le démontrer il ne suffisait pas de casser la pointe des tubes dans de l'eau ou dans de l'eau chlorée, et d'observer que, le volume gazeux ne variant pas sensiblement, il ne se formait pas d'acide chlorhydrique. Cette expérience est assez difficile à réaliser dans l'obscurité absolue, et, quoique nous ayons trouvé plus tard que la lumière d'une bougie peut être utilisée sans inconvénient, la lecture des volumes absorbés, lorsqu'on agit sur de faibles quantités, et en présence de gaz eux-mêmes solubles dans l'eau, n'a pas assez de précision pour qu'il soit possible d'affirmer, dans ces conditions, que 1 à 2 pour 100 du mélange n'ont pas été transformés en acide chlorhydrique.

» Nous avons donc eu recours à la recherche chimique de cet acide. Dans ce but, un des tubes précédents, d'une capacité de 40^{cc} environ, fut dans l'obscurité réuni par un de ses bouts effilés, dont on cassait ensuite la pointe, avec un appareil à trois boules en partie plein d'eau. Au moyen d'une trompe on aspirait alors lentement les gaz du tube; une partie du chlore et de l'hydrogène, et l'acide chlorhydrique tout entier, s'il y en avait, se dissolvaient ainsi dans l'eau. On versait alors cette solution aqueuse dans un petit flacon à l'émeri, contenant de la feuille d'argent pur pulvérisée. Dans ces conditions, le métal enlève totalement le chlore dissous sans toucher en rien à l'acide chlorhydrique étendu, ainsi que nous nous en sommes assurés. Toutes ces manipulations terminées dans l'obscurité, on pouvait alors sortir de la chambre noire et titrer, au moyen d'une liqueur de soude décime l'acide chlorhydrique formé. L'expérience a démontré que, dès la première goutte d'alcali, la phtaléine rougit et que, par conséquent, la liqueur ne contient pas la moindre quantité de gaz chlorhydrique. On s'en est du reste assuré qualitativement.

» Nous avons fait la même constatation *volumétriquement*, mais en agissant sur de plus grandes masses de gaz hydrogène et chlore et les laissant au contact durant très longtemps.

» Le 9 décembre 1895, un ballon de 1080^{cc}, jaugé et terminé par un tube effilé semi-capillaire de $0^{m},20$ de long, fut lavé intérieurement à l'acide chlorhydrique bouillant, pour éviter toute action alcaline pouvant venir des parois, puis à l'eau, enfin, séché dans le vide et rempli, dans l'obscurité, du mélange gazeux sec et à volumes égaux, *chlore + hydrogène* (1). *Pression*, $760^{mm},1$; $t = 10°$. — Ce ballon fut fermé en en plongeant la pointe effilée dans le mastic fondu. Il fut conservé à l'obscurité absolue et ouvert sur l'eau le 22 mars 1897, c'est-à-dire quinze mois et demi après. — *Pression du jour*, $761^{mm},9$; $t = 10°$. — On y fit pénétrer, par refroidissement, 3^{cc} d'eau et, après équilibre de température, on relut le volume. Les gaz s'étaient dilatés de 5^{cc}. En tenant compte de la tension de la vapeur d'eau à 10°, on trouve que le volume gazeux occupé, après absorption par l'eau, diffère du volume primitif de $1^{cc},5$ en moins, ce qui représente environ la quantité de chlore dissous, dans ces conditions, par le volume d'eau introduit. Durant ce contact de quinze mois à l'obscurité complète, il n'y a donc eu aucune combinaison des deux gaz, ou, du moins, la quantité qui pourrait s'être combinée est inférieure au millième du volume gazeux total; elle est de l'ordre des erreurs possibles d'expérience. Nous avons dit que l'essai qualitatif répond aussi négativement.

» Même résultat pour les gaz humides. Un ballon de plus d'un litre, à parois préalablement humectées d'eau, fut rempli du mélange H + Cl et laissé soixante-douze heures dans l'obscurité. Après introduction d'un peu d'eau saturée à moitié de chlore, aucune variation de pression, aucune absorption ne fut observée.

» On peut donc conclure qu'il ne se fait pas d'acide chlorhydrique dans l'obscurité par le contact, même très prolongé, du mélange de chlore et d'hydrogène purs, qu'ils soient secs ou humides.

» *Action d'une faible illumination sur les mélanges de chlore et d'hydrogène.* — Des tubes effilés aux deux bouts, remplis du mélange de ces gaz à volumes égaux, ou presque égaux, et fermés à l'obscurité ainsi que nous

---

(1) Après avoir séché le ballon et fait plusieurs fois le vide pendant qu'il est encore à l'étuve, puis laissé rentrer de l'air sec, on vide une dernière fois et on laisse pénétrer l'hydrogène, puis le chlore sec en se servant, pour calculer les volumes, d'un tube manométrique latéral qui détermine les pressions gazeuses en chaque cas.

l'avons dit plus haut, étaient suspendus verticalement dans une cave obscure, les uns à 4^m, les autres à 1^m autour d'une bougie de l'*Étoile* (¹) brûlant nuit et jour. Dans ces conditions, il ne se manifeste aucune combinaison. L'eau, introduite dans les tubes en faible quantité, ne fait pas varier les volumes gazeux. Le dosage direct de l'acide chlorhydrique, par la méthode que nous indiquions plus haut, ne donne, même après dix jours d'éclairement continu, que des traces d'acide chlorhydrique si les gaz sont *secs* et *purs*.

» Cette observation simplifiait beaucoup nos manipulations en nous permettant d'agir à une lumière artificielle peu intense. Elle montrait que nous pouvions faire nos mélanges, et lire directement les volumes, dans une pièce éclairée par une bougie, remarque qui nous a permis d'étudier plus facilement l'action de lumières plus intenses et étalonnées.

» Nous donnerons les résultats de cette série nouvelle de recherches dans une prochaine Note. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Nouvelle étude sur les tempêtes et les trombes ou tornados;* par M. **H. Faye**.

En présentant ce Livre à l'Académie, l'auteur s'exprime ainsi :

« L'histoire des Sciences nous apprend comment on arrive à la vérité. Elle nous montre aussi que l'esprit humain s'attache parfois à certaines erreurs et les défend pendant des siècles entiers avec une unanimité étonnante, bien qu'elles soient singulièrement nuisibles aux progrès.

» En Astronomie, on avait la conviction que les orbites des planètes devaient être des cercles parfaits, parcourus d'un mouvement uniforme. Cette opinion a régné jusqu'à Képler.

» En Chimie, la conviction que l'agent d'universelle transformation était le phlogistique a régné jusqu'à Lavoisier.

» En Physique, le système de l'émission de la lumière a régné jusqu'aux temps d'Young et de Fresnel.

» En Météorologie, la croyance que les tempêtes naissent au ras du sol règne encore de nos jours.

» La question des tempêtes impliquant toute la Météorologie dynamique vaut bien qu'on s'attache à combattre l'erreur de ceux qui placent au ras du sol l'origine de ces épouvantables météores. Et, quoique cette opinion soit celle de tous les météorologistes, je n'ai pas hésité.

(¹) Cette bougie vaut $\frac{1}{10}$ de carcel.

» De là les publications suivantes qui se sont succédé depuis vingt-cinq ans :

» *Constitution physique du Soleil* (*Ann. du Bureau des Longitudes*), 1873;
» *Défense de la loi des tempêtes* id. 1875;
» *Orages et production de la grêle* id. 1877;
» *Les grands fléaux de la nature* id. 1884;
» *Les treize tornados des* 29 *et* 30 *mai* 1877 id. 1886.

» Puis une série d'articles dans l'*American meteorological Journal,* que Mme Mark Harrigton a bien voulu traduire en anglais, et de nombreuses Notes dans les *Comptes rendus de l'Académie*.

» Enfin, j'ai publié un petit Volume *Sur les tempêtes* (Gauthier-Villars, 1887), où j'ai principalement discuté les objections qui avaient été élevées contre ma théorie par MM. Weyher, Colladon, Pictet, Schwedoff et Lasne.

» Ce n'était pas trop, ce n'est pas encore assez de vingt-cinq années pour déraciner cette erreur.

» Afin de compléter mon œuvre, je viens d'écrire, dans ma quatre-vingt-troisième année, une nouvelle *Étude sur les tempêtes et les trombes ou tornados*. J'ose l'offrir à l'Académie tout en sollicitant son indulgence pour les fautes, difficilement évitables à cet âge, quand on se hasarde à exposer des idées neuves, même avec la plus entière conviction.

» En voici une idée succincte :

» *Trombes* ou *tornados*. — Tourbillons de première et de deuxième espèce. Hypothèses de Hirn et de l'auteur.

» On démontre par les faits que les trombes ou tornados sont descendants. Explication des mouvements alternatifs de descente et de retrait des trombes.

» Elles n'exercent aucune aspiration, si ce n'est sur l'air supérieur. Vide intérieur. Foudre en boules.

» Fausses trombes que les météorologistes ont prises pour les vraies.

» *Tempêtes*. — Lois des tempêtes. Défense de la règle des huit points (90°) pour la navigation.

» Calme central des cyclones tropicaux, formant des colonnes de plusieurs lieues de diamètre.

» L'air de ces vastes colonnes de calme est descendant. Chute d'oiseaux et de papillons sur le pont des navires pendant la traversée du calme.

» Origine des cyclones tropicaux : *Olho de boï* (œil de bœuf) des navigateurs portugais.

» Intervention de M. Hann, directeur du Bureau météorologique de Vienne, pour les cyclones d'hiver. »

MÉMOIRES LUS.

HISTOIRE DES SCIENCES. — *Sur le séjour du général Poncelet à Saratow.* Note de M. GERMAIN BAPST.

« Le maréchal Canrobert parlait souvent du général Adolphe de Marbot, le frère du célèbre auteur des *Mémoires*.

» Adolphe de Marbot avait fait le tour du monde; il s'était battu en Chine, dans les Indes, en Océanie, en Afrique australe et sur tous les champs de bataille de l'Europe; dans presque toutes les parties du globe, il avait été blessé ou fait prisonnier. La dernière fois, ça avait été à la bataille de Vitepsk, où, atteint de sept coups de lance, des Cosaques s'étaient emparés de lui et l'avaient emmené en captivité à Saratow avec M. Octave de Ségur et M. de Saint-Marc.

» Il y avait déjà six mois que ces trois officiers étaient internés, quand un nouveau détachement de prisonniers vint les rejoindre, au plus fort de l'hiver de 1812. Au nombre des nouveaux arrivants se trouvait un jeune officier du génie, nommé Poncelet, que l'Académie des Sciences devait plus tard compter parmi ses Membres.

» Marbot a souvent raconté au maréchal Canrobert avec quelle ardeur Poncelet, dans l'affreuse petite cabane qui lui servait de prison, s'absorba dans ses travaux de Mathématique, durant les deux années que dura sa captivité sur les bords du Volga.

» Ces travaux, ajoutait le maréchal Canrobert, m'ont souvent été signalés par mes camarades d'armes spéciales ou par des savants qui étaient mes collègues au Sénat, comme des œuvres de découverte et d'invention extraordinaire, des œuvres qui honorent le génie humain.

» Pour ma part, appelé à recueillir les souvenirs du maréchal Canrobert et à les publier, il m'a été donné, en recherchant des documents sur la captivité de Marbot et de ses compagnons d'infortune à Saratow, de retrouver une lettre écrite à Metz, le 13 septembre 1814, dans laquelle le jeune Poncelet donne au général baron de Caux, inspecteur général du génie, les détails les plus circonstanciés sur la bataille de Krasnoï, où il fut fait prisonnier.

» Voici cette lettre :

« Metz, le 13 septembre 1814.

» *A monsieur le baron de Caux.*

» Mon Général,

» J'ai l'honneur de vous prévenir que je suis arrivé le 12 de ce mois dans ma famille, revenant des prisons de Russie où j'ai resté vingt-deux mois. J'ai été fait prisonnier à l'affaire du 10 novembre, près de Krasnoï. Je me trouvais alors sous les ordres du colonel du génie Bouvier qui avait été chargé de la démolition de Smolensk et était resté dans cette place avec l'arrière-garde de l'armée. Il reçut l'ordre, à notre sortie de cette ville, de prendre le commandement des troupes du génie qui formèrent l'avant-garde du maréchal Ney, arrivé à la position de Krasnoï que les Russes occupaient avec 30 ou 40000 hommes et 30 pièces de canon. Le maréchal Ney nous fit charger à la baïonnette afin d'enlever les batteries de l'ennemi. Ce fut là que mon colonel et deux autres capitaines furent tués par la mitraille. Quant à moi je n'eus que mon cheval tué sous moi; mais, ce qui est pis pour un militaire, je tombai entre les mains des Russes au moment où le maréchal Ney se retirait avec les débris de son corps d'armée, sur la droite de la position, pour passer le Dniéper. Le maréchal nous ayant caché son mouvement, afin de donner le change aux Russes, en leur faisant accroire qu'il se trouvait toujours là avec le gros de l'armée, nous nous sommes trouvés isolés et enveloppés de toutes parts et forcés de nous rendre après avoir fait mille tentatives infructueuses. On nous a fait partir de là quelques jours après pour nous diriger sur Saratow, capitale du gouvernement du même nom, qui est située sur le Volga, à plus de 1000 lieues de Paris. Je ne vous dépeindrai pas, mon Général, toutes les misères et toutes les vexations que j'ai souffertes, dans une aussi longue route faite à pied, mal vêtu, dans une saison d'une rigueur inconnue. Hélas! j'en ai vu périr tant de plus malheureux encore!

» Il en est tant qui vivent et qui ont été aussi malheureux que moi, que mon sort, quelque triste qu'il ait été, se confond avec celui de tous ceux qui ont été enveloppés dans cette triste retraite.

» Il est inutile de vous dire que j'ai tout perdu, effets, équipage, argent : cela peut se réparer avec le temps, mais ce qui ne se réparera jamais, ce sont les rhumatismes dont je suis couvert et qui proviennent de ce que j'ai été gelé dans plusieurs parties du corps, et ce sont deux hernies qui proviennent de cette terrible campagne.

» Je me retrouve enfin de retour dans ma patrie et je souhaite d'être employé à la Direction de Metz. Je viens donc vous demander, etc.

» Ce document est d'abord intéressant, parce que, si l'énergie indomptable du général Poncelet n'est plus à démontrer, on le voit arrivant exténué à Saratow, accablé de souffrances physiques, presque paralysé, le corps couvert de plaies, et, malgré les peines morales qui viennent encore accroître sa triste situation, il ne pense qu'à l'étude et il a l'esprit assez libre pour faire ces admirables découvertes scientifiques qui ont illustré sa vie.

» En outre, cette lettre nous apprend un fait militaire ignoré jusqu'ici.

» C'est au dévouement des sapeurs du génie de la garnison de Smolensk que Ney dut son salut et celui de ses troupes.

» Ces sapeurs du génie formaient la tête de colonne du corps du maréchal Ney. Jetés sur les batteries russes et ne pouvant s'en emparer, ils tinrent ferme contre la mitraille, sans reculer. Leur petit nombre, dissimulé par la fumée, la neige et le brouillard, fit croire aux Russes que tout le troisième corps était contre eux.

» Profitant de la ténacité des sapeurs et de la façon dont ils attiraient l'attention des adversaires, le maréchal Ney ramène alors son corps en arrière, hors de la portée des batteries, et lui faisant faire un *à droite*, gagna le Borysthène, le franchit sur la glace et rejoignit la grande armée après une marche de quatre jours, sans arrêt, au milieu de plus de 100 000 Russes.

» Ainsi, grâce à la mort héroïque des sapeurs du génie, le maréchal Ney, le brave des braves, quoique cerné de toutes parts par des troupes victorieuses, ramena ses aigles, ses canons et les débris de ses régiments sans laisser un seul trophée à l'ennemi, évitant d'être détruit ou pris et conservant intact l'honneur de la Grande Armée.

» Il m'a semblé qu'il importait de faire connaître ce fait glorieux à votre Compagnie, qui compte Poncelet parmi ses Membres, pensant qu'elle serait heureuse de rendre hommage à la sublime conduite de cet officier et de ses compagnons. »

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Nouveau perfectionnement du grisoumètre* [1]. Note de M. N. GRÉHANT.

« Le grisoumètre que j'ai décrit dans le Volume intitulé *Les Gaz du sang*, de l'*Encyclopédie scientifique* de M. Léauté, Membre de l'Institut, était mobile et devait être soulevé hors de l'eau pour la lecture des volumes de gaz ramenés à la pression atmosphérique; il y avait là un inconvénient, car la température de l'air était presque toujours plus élevée que celle de l'eau et le grisoumètre fonctionnait comme un thermomètre à air.

» Dans le nouveau modèle, qui a été construit avec beaucoup d'habileté par Golaz et que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie des Sciences, l'instrument est fixé invariablement au milieu d'une cuve métallique pré-

(1) Travail du laboratoire de Physiologie générale du Muséum d'Histoire naturelle.

sentant deux glaces parallèles, qui est traversée par un courant d'eau; en outre, le robinet inférieur qui est mis en mouvement par deux longues bielles communique, par un tube horizontal qui traverse l'une des parois métalliques et par un tube de caoutchouc, avec une petite allonge de verre que l'on fait monter ou descendre à l'aide d'un treuil muni d'une roue à rochet. En fixant sur le robinet pointeau un manomètre à eau, on obtient facilement l'horizontalité des deux niveaux et on est sûr que le volume de gaz est mesuré exactement à la pression atmosphérique.

» Dans un de mes grisoumètres, 1^{cc} d'oxyde de carbone produisait une réduction de 7,4 divisions; 1^{cc} de formène donnait une réduction quatre fois plus grande, égale à 29,6 divisions.

» Un mélange d'air et de formène à 1 pour 100 donnait une réduction de 14 divisions, après quatre cents passages du courant électrique à travers la spirale de platine. »

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *La surface extérieure de la fonte portée au rouge transforme l'acide carbonique en oxyde de carbone* [1]. Note de M. N. GRÉHANT.

« J'ai fait installer dans une salle de mon laboratoire dont la capacité est de 85^{mc} environ un poêle dit *de corps de garde*, que j'ai fait chauffer au rouge avec du coke; j'ai appliqué sur la surface extérieure un cône de tôle ayant 25^{cm} de diamètre uni à un long tube réfrigérant conduisant au dehors les gaz, que j'ai fait respirer à un chien; 25^{cc} de sang normal ont donné, dans le vide, des gaz qui, après l'absorption de l'acide carbonique, ont produit, dans le grisoumètre, une réduction égale à une division; après une demi-heure de respiration, la réduction des gaz extraits du sang est devenue 2,5; par suite, 1,5 division correspondait à l'oxyde de carbone, dont la proportion dans l'air respiré était égale à $\frac{1}{6875}$.

» Cette proportion est inférieure à celle que j'ai trouvée en faisant respirer directement à un chien les produits de la combustion du coke, pris à l'extrémité supérieure du tuyau du poêle; j'ai obtenu $\frac{1}{1600}$, ou à peu près quatre fois plus d'oxyde de carbone.

» Si, comme l'a démontré H. Sainte-Claire Deville, la fonte devient perméable aux gaz du foyer à la température rouge, cette expérience

(1) Travail du laboratoire de Physiologie générale du Muséum d'Histoire naturelle.

indique qu'une faible partie de l'oxyde de carbone contenu dans les produits de la combustion du coke traverse le métal.

» Me plaçant à un autre point de vue, j'ai fait l'hypothèse que l'oxyde de carbone, fixé par le sang de l'animal, pouvait provenir en partie de la décomposition de l'acide carbonique de l'air ambiant par la surface rouge du carbure de fer; cette hypothèse a été vérifiée par les expériences suivantes :

» 1° Le poêle étant chauffé au rouge par le coke, j'ai fait arriver dans l'entonnoir, par un tube métallique, un courant d'acide carbonique provenant d'un récipient à acide liquide; le gaz barbotait dans une ampoule de Cloëz : un chien a respiré pendant une demi-heure les gaz de l'entonnoir et j'ai trouvé, pour 100^{cc} de sang, une réduction au grisoumètre de 24,4 divisions, qui correspondait à une proportion d'oxyde de carbone dans l'air égale à $\frac{1}{1666}$.

» 2° J'ai fait fixer autour du poêle une enveloppe cylindrique de tôle munie d'une porte à coulisse et d'une tubulure supérieure; le poêle a été maintenu au rouge. Par la tubulure et par un long tube, un chien placé à l'extérieur respirait l'air additionné d'acide carbonique : 25^{cc} de sang normal ont donné au grisoumètre une réduction égale à 1,4; au bout d'une demi-heure, le même volume de sang a donné une réduction beaucoup plus grande égale à 15,2 divisions, qui correspondait à 11^{cc} d'oxyde de carbone dans 100^{cc} de sang, ou à $\frac{1}{500}$ d'oxyde de carbone dans l'air analysé.

» 3° Une autre expérience tout à fait semblable a été faite sur un chien; le poêle était rouge et le courant d'acide carbonique a été un peu plus rapide; l'animal s'est agité, il a présenté une forte dyspnée; au bout de vingt-cinq minutes, il y eut arrêt respiratoire, extension des pattes, arrêt du cœur; l'animal étant mort, on prit dans la veine cave inférieure du sang qui contenait 19^{cc},1 d'oxyde de carbone pour 100, proportion évidemment toxique.

» 4° En faisant passer lentement un courant d'acide carbonique sur de la fonte chauffée au rouge dans un tube de porcelaine, j'ai recueilli dans un sac de caoutchouc un mélange d'acide carbonique et d'oxyde de carbone; en absorbant le premier gaz par une solution de potasse, j'ai isolé le second gaz, qui a été recueilli dans une éprouvette et qui a brûlé avec une belle flamme bleue.

» Je conclus de mes recherches, qu'il faut abandonner le chauffage des chambres ou des appartements par des parois de fonte chauffée au rouge; il est nécessaire d'envelopper ces parois d'un cylindre de tôle communiquant avec l'extérieur par un tuyau spécial, ou il faut les recouvrir de faïence ou d'autres substances réfractaires, les parois rouges transformant en oxyde de carbone l'acide carbonique de l'air ambiant.

» Je suis porté à croire que les accidents qui ont été occasionnés par des calorifères de cave étaient dus à cette décomposition de l'acide carbonique par la fonte rouge. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

MM. F. Gossot et R. Liouville adressent un Mémoire sur les vibrations élastiques et la résistance des canons.

(Renvoi au concours du prix extraordinaire de Mécanique.)

M. Constant Dubois soumet au jugement de l'Académie un Mémoire intitulé : « Mélanges scientifiques ».

(Renvoi à la Section de Physique.)

M. Sarrazin adresse, de Kayes, dans le Soudan français, un Rapport relatif à une liane à gutta-percha.

(Renvoi à l'examen de M. Bonnier.)

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un Ouvrage de M. *Ed. Prillieux* ayant pour titre : « Maladies des plantes agricoles et des arbres fruitiers et forestiers, causées par des parasites végétaux ». (Présenté par M. Guignard.)

2° Un Ouvrage de M. *A. Julien* sur le terrain carbonifère marin de la France centrale. (Présenté par M. Marcel Bertrand.)

M. F. Klein, nommé Correspondant pour la Section de Géométrie, adresse ses remercîments à l'Académie.

M. Mascart présente un Catalogue, extrait des *Annales du Bureau central météorologique*, renfermant l'indication des observations météorologiques faites en France depuis l'origine jusqu'en 1850 [1]. Ce Catalogue, établi par M. A. Angot, comprend 241 stations.

---

[1] *Annales du Bureau central météorologique de France pour* 1895, t. I, p. B.89 à 146; 1897.

M. Mascart insiste sur l'intérêt que présentent, pour l'étude du climat de la France, les observations anciennes, beaucoup plus nombreuses qu'on ne pouvait le présumer. La plupart sont contenues dans des manuscrits qui courent le risque d'être égarés ou détruits, comme on en signale plusieurs parmi les plus intéressants, quand ils ne sont pas conservés dans une bibliothèque publique. Il serait très utile que ces documents anciens fussent recherchés partout où ils peuvent exister et déposés, soit dans les archives du Bureau central météorologique, soit dans des bibliothèques publiques, afin d'assurer leur conservation et de les mettre à la disposition des travailleurs.

GÉODÉSIE. — *Sur quelques doutes émis au sujet des lois du colonel Goulier relatives aux variations de longueur des mires de nivellement.* Note de M. **Ch. Lallemand**, présentée par M. A. Cornu.

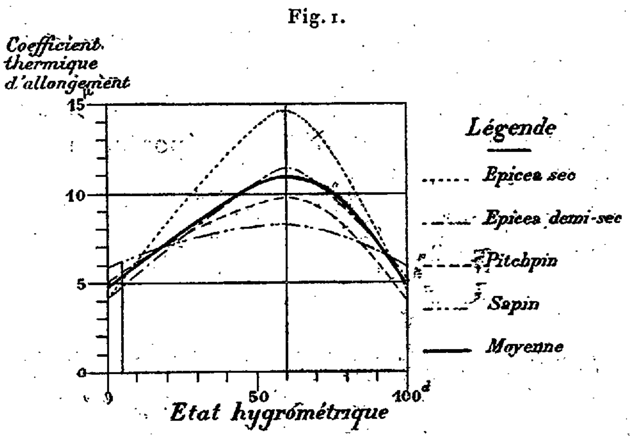
« *A. Lois du colonel Goulier.* — En 1883-1884, le colonel Goulier a déterminé, par de minutieuses expériences, l'action de la température et de l'humidité sur la longueur de quarante-deux règles formées de quatorze différentes essences de bois, étudiés, soit à l'état naturel, soit après ébullition dans l'huile de lin, soit recouverts de trois couches de peinture au blanc de céruse (1). Ces essais ont abouti aux conclusions suivantes :

» 1° Les variations de longueur sont minima dans le sens des fibres du bois; 2° l'action de la température est sensiblement la même pour chaque espèce de bois, qu'il soit à l'état *naturel, peint,* ou *huilé*. L'allongement est proportionnel à l'accroissement de la température entre les limites ordinaires de la pratique. Pour le *sapin ordinaire, peint, aux trois quarts sec,* dont on fait les mires, le coefficient de cet allongement varie avec l'état hygrométrique, comme l'indique la courbe moyenne du diagramme ci-après (*fig.* 1); 3° les bois les moins sensibles à l'action de l'humidité sont les bois résineux; 4° dans les conditions ordinaires de la pratique, l'allongement des règles est proportionnel à l'accroissement de l'état hygrométrique, sauf pour les bois résineux; 5° les règles peintes varient moins et surtout

(1) A ce sujet, voir : 1° *Comptes rendus de l'Association géodésique internationale* (*Conférence de Bruxelles*), Berlin, 1893; 2° *Études sur les instruments et les méthodes des nivellements de précision,* par le colonel Goulier, revues et annotées par Ch. Lallemand, Imprimerie nationale, Paris, 1897.

moins vite que les règles naturelles ou huilées. L'huilage n'a qu'un effet minime; 6° sous l'influence d'une humidité croissante, le bois des mires

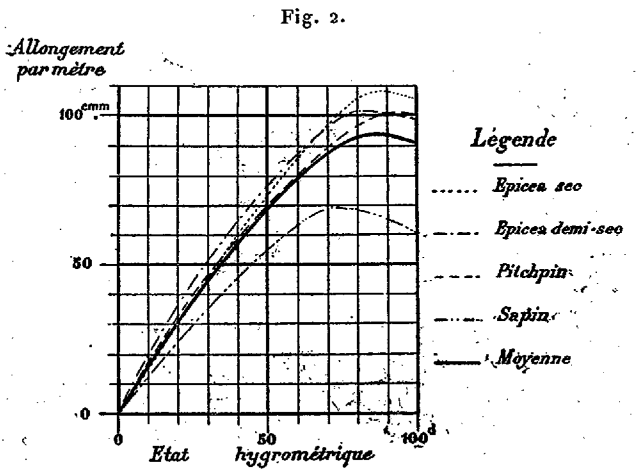
Fig. 1.



Variation du coefficient thermique d'allongement de divers bois résineux peints avec l'humidité.

s'allonge d'abord, jusqu'à un certain degré hygrométrique, puis se contracte au delà. Le maximum de longueur correspond à des états hygromé-

Fig. 2.



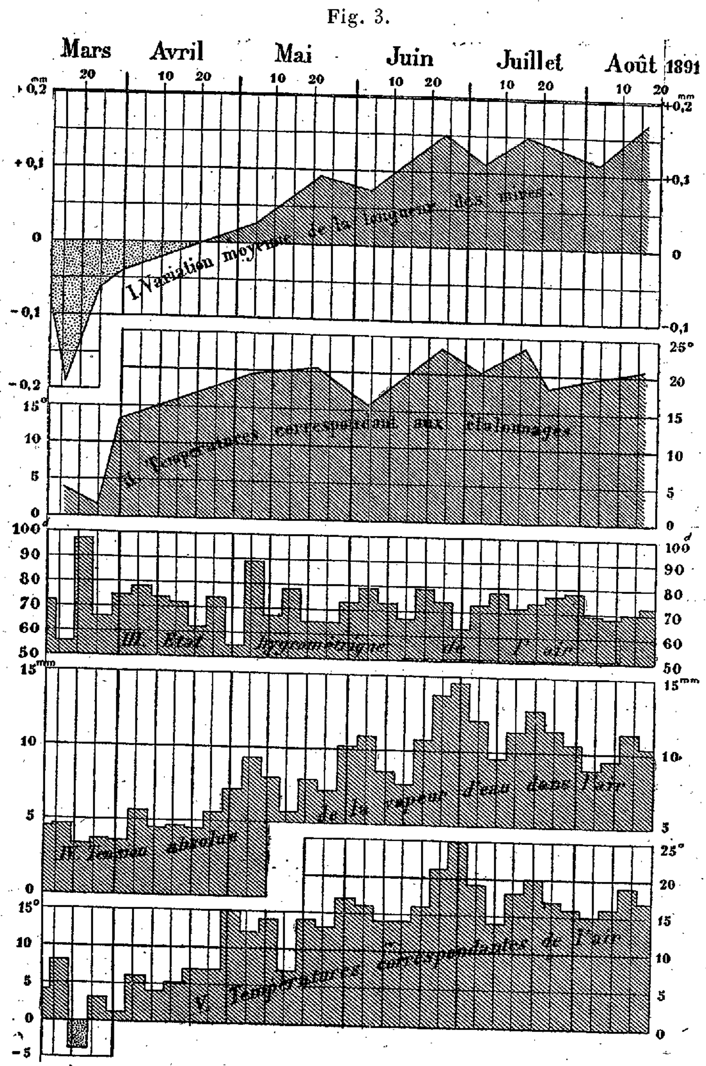
Allongement de divers bois résineux peints, sous l'influence d'une humidité croissante, à la température de 20°.

triques voisins de 85^d, 80^d ou 75^d (¹), pour des températures respectivement

(¹) La graduation adoptée ici est celle de l'hygromètre de Saussure où la sécheresse extrême et l'humidité absolue sont respectivement caractérisées par les valeurs 0^d et 100^d.

voisines de 0°, + 20° ou + 40°. Pratiquement, on peut admettre que le bois des mires s'allonge suivant une loi linéaire entre 10^d et 70^d d'humidité relative, puis garde une longueur constante entre 70^d et 100^d (*fig.* 2). Le coefficient hygrométrique de variation, à peu près constant entre 10^d

Fig. 3.



Variations de longueur d'une paire de mires bavaroises.
Variations correspondantes de la température et de l'humidité de l'air.

et 70^d, a sensiblement les valeurs 11^μ, 13^μ et 14^μ par mètre et pour 1^d, aux températures respectives de 0°, + 20° et + 40°.

» B. *Observations du Dr Œrtel.* — Récemment, à propos du nivellement bavarois, le Dr Œrtel ([1]) a déterminé, pendant une période de cinq mois, les variations moyennes de longueur d'une paire de mires employées à cette opération. Les résultats de treize étalonnages successifs, et les températures correspondantes, sont traduits graphiquement ci-contre (*fig.* 3, diag. I et II). On y constate d'abord un raccourcissement de $0^{mm},1$, corrélatif d'un refroidissement de 11°; puis un allongement d'environ $0^{mm},35$ pour un échauffement de 20° seulement, insuffisant à expliquer cette dilatation. Les diagrammes III et IV figurent les variations correspondantes de l'*humidité relative* et de l'*humidité absolue* de l'air, relevées dans les stations météorologiques les plus proches du cheminement.

» Constatant un certain parallélisme des lignes I et IV, alors que le diagr. III dénote un état hygrométrique sensiblement constant, le Dr Oertel, et, après lui, MM. l'amiral autrichien Von Kalmar ([2]) et le Dr Helmert ([3]) de Berlin ont cru pouvoir admettre que, contrairement aux conclusions du colonel Goulier, *les variations de longueur des mires dépendraient plutôt de l'humidité absolue que de l'humidité relative de l'air.*

» Cette opinion nous semble infirmée par les remarques suivantes :

» 1° Si l'on calcule les températures moyennes de l'air, correspondant aux tensions indiquées de vapeur, on obtient le diagr. V (*fig.* 3), présentant, lui aussi, la même allure que la ligne I, ce qui confirmerait la loi du colonel Goulier, d'après laquelle l'état hygrométrique restant voisin de 75^d, comme c'est le cas ici, les variations de température influent seules sur la longueur des mires.

» 2° Les mires en question avaient passé l'hiver dans un endroit très sec; par suite, à leur entrée en campagne, elles étaient très avides d'humidité; une bonne partie de l'allongement constaté doit tenir à cette cause.

» 3° Les lois du colonel Goulier supposent les mires en parfait équilibre d'humidité avec l'air ambiant, ce qui exige de longues semaines passées dans un milieu d'état hygrométrique constant. Or tel n'était pas le cas ici.

» 4° Les données invoquées, touchant l'humidité de l'air, se rapportent, non pas, comme il conviendrait, aux locaux mêmes des étalonnages, mais à des stations parfois éloignées de 40^{km} de ceux-ci et plus élevées de 400^m.

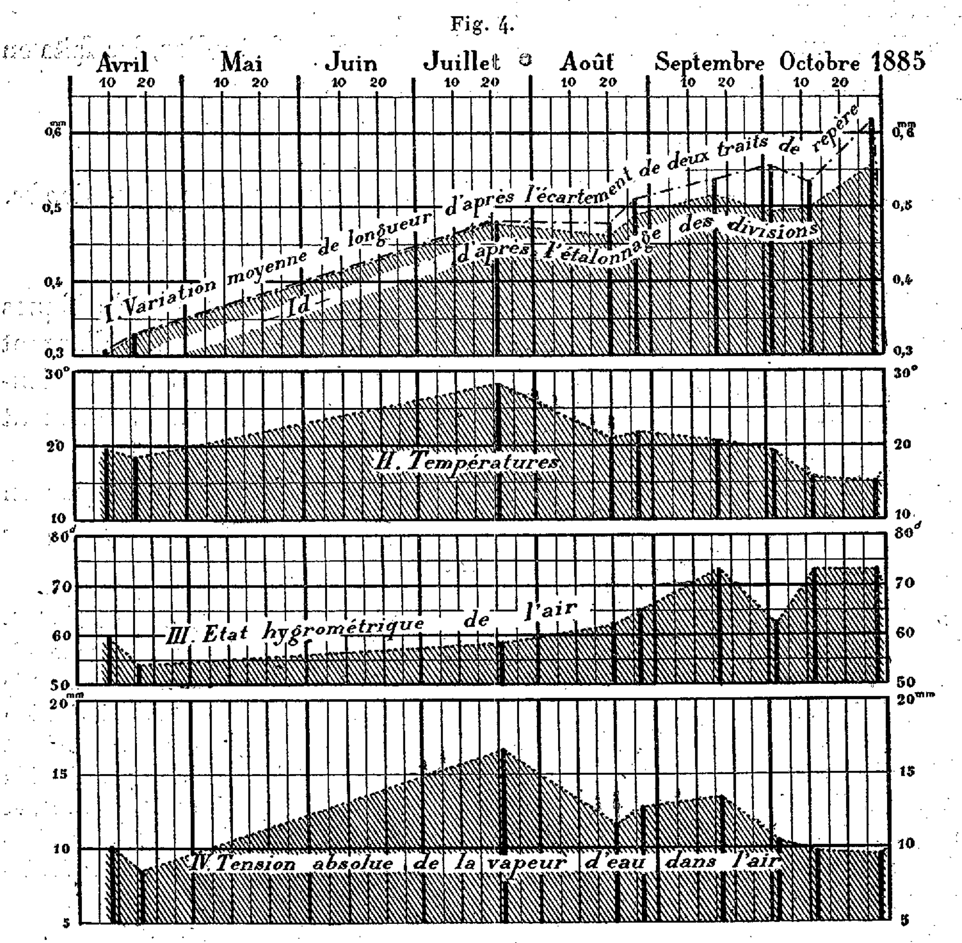
([1]) *Das Präcisions-nivellement in Bayern, rechts des Rheins,* par le Dr Carl Œrtel, pages 5 à 8. Munich; 1893.

([2]) *Comptes rendus de l'Association géodésique internationale,* Conférence de Bruxelles, p. 100, Berlin; 1893.

([3]) *Id.*, Conférence d'Inspruck, p. 82, Berlin; 1894.

» C. *Observations du lieutenant-colonel Fr. Lehrl.* — A propos d'un nivellement exécuté près d'Agram en 1885, M. le lieutenant-colonel F. Lehrl ([1]), ayant noté les variations de longueur (*fig.* 4, diagr. I) de l'unique mire

Fig. 4.



Variations de longueur d'une mire autrichienne.
Variations correspondantes de la température et de l'humidité de l'air.

employée à ce nivellement et les variations correspondantes de l'*humidité absolue* de l'air (diagr. IV), a cru, lui aussi, voir un certain parallélisme entre les deux phénomènes, au moins pour les quatre premiers mois.

» Or un coup d'œil jeté sur les diagrammes II et III, ajoutés par nous,

([1]) *Mittheilungen des K. u. K. militär-geographischen Instituts*, vol. XV, p. 73 à 78; 1895.

montre que l'allongement systématique de la mire, d'avril à novembre, correspond à un accroissement parallèle de l'état hygrométrique; les variations accidentelles, d'autre part, étant liées à de brusques changements de la température ou de l'humidité relative.

» En résumé, loin de contredire les lois du colonel Goulier, les faits en question ne font, au contraire, que les confirmer. »

OPTIQUE. — *Sur la réflexion de la lumière par une surface longue et étroite.* Note de M. GOUY.

« MM. Nichols et Rubens (¹), en opérant avec des rayons calorifiques de grande longueur d'onde (24^{μ}), ont constaté qu'une bande d'argent longue et étroite (6^{μ}) réfléchit ces radiations en les polarisant perpendiculairement à la longueur de la bande; de là résulte un rapprochement intéressant avec les ondes électriques.

» Je dois faire remarquer que j'avais déjà signalé un fait analogue en 1886, pour les ondes lumineuses, comme le montre, entre autres, ce passage de mon Mémoire sur la diffraction :

» Une lame d'acier à tranchant très fin est placée horizontalement, et l'on fait réfléchir la lumière naturelle sur le tranchant; cette lumière est ensuite reçue dans le microscope. Le tranchant est ainsi placé dans le plan qui contient le rayon incident et le rayon réfléchi. Dans ces conditions, la réflexion ordinaire donnerait une polarisation partielle dans le plan d'incidence, et c'est ce qui arrive en effet, lorsque le tranchant n'est pas très fin et très régulier. Mais, avec un tranchant très parfait, la polarisation est perpendiculaire au plan d'incidence, c'est-à-dire perpendiculaire au tranchant, et le rapport des composantes principales peut aller jusqu'à $\frac{1}{6}$. Ainsi, *l'action particulière qu'exerce une surface réfléchissante très étroite, qui tend à polariser la lumière perpendiculairement à la longueur de cette surface, peut aller jusqu'à changer entièrement le sens de l'action polarisatrice ordinaire de la réflexion.*

» Ce phénomène est essentiellement le même que celui qu'ont observé les savants américains; mais ici la largeur de la surface réfléchissante doit être extrêmement petite, en raison de la petitesse de λ; aussi l'expérience exige-t-elle des tranchants d'acier d'une grande perfection. »

(¹) *Physical review*, 1897.
(²) *Ann. de Chim. et de Phys.*, 6e série, t. VIII, p. 187.

OPTIQUE. — *Sur un système phosphorescent antianodique et les rayons anodiques*. Note de M. C. MALTÉZOS, présentée par M. A. Cornu.

« 1. On a vu ([1]) que, dans le tube-poire à vide, quand on prend pour cathode l'électrode de la partie étroite, il se montre devant l'anode de la lumière diffuse bleuâtre de peu d'étendue. Le fait curieux est que toujours, quand l'intensité du courant n'est pas très forte, il se montre à l'antianode ([2]), une tache semblable à la tache cathodique, mais moins lumineuse, se composant d'un cercle obscur et d'un anneau brillant. Cette tache devient plus nette, si l'on touche le tube avec la main, et elle ne provient pas du passage du courant inverse, car, dans ce cas, on aurait devant la cathode de la lumière anodique, ce qui ne se réalise pas.

» Si l'intensité du courant est un peu forte, ce système antianodique manque; à la place de la tache noire centrale, on a une tache phosphorescente comme les autres parties voisines du tube, *mais le premier anneau brillant du système antianodique est remplacé par un anneau obscur* ([3]). Cela s'explique par la fatigue du verre, mais il montre en même temps que le système antianodique est un phénomène du même ordre que le système anticathodique, quant aux résultats sur le verre.

» Si l'on touche le tube à la partie renflée, la lumière anodique se repousse; *mais il y a en même temps, sur l'anneau lumineux du système antianodique, concentration de phosphorescence en sens contraire du doigt; c'est-à-dire vers la lumière anodique. Et, si l'on promène le doigt sur le tube, la concentration lumineuse se meut aussi sur l'anneau en sens contraire.* Nous en concluons que le système antianodique est intimement lié à la lumière anodique.

» 2. Ce système est l'origine d'un curieux phénomène dû à la condensation d'électricité par le tube à vide. En effet, si nous tenons le doigt sur le tube pendant son fonctionnement, et si, interceptant le courant, nous ôtons de suite le doigt, nous observons dans le tube un éclair; si l'on fait

---

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXIV, p. 1084.

([2]) Juste à la partie de la paroi où se montre le système anticathodique, quand on intervertit le sens du courant.

([3]) Si pourtant on touche le verre, surtout à l'antianode, on voit apparaître de nouveau le système antianodique.

attention, on voit que cet éclair a pour origine le système antianodique qui devient très phosphorescent à l'instant où l'on retire le doigt.

» Il y a plus, si l'on tient le doigt juste sur l'antianode et que l'on intercepte le courant, on obtient de même un éclair, un nouvel éclair, si l'on touche de nouveau au même endroit; un troisième, quand, après éloignement, on y touche de nouveau et ainsi de suite. On peut ainsi obtenir cinq à six éclairs.

» 3. Si le système anti-anodique est un phénomène du même ordre que le système anticathodique, comme la fatigue du verre porte à le croire, est-ce que l'analogie ne se continue pas jusqu'à l'émission de la phosphorescence invisible, qui constitue le phénomène de Röntgen? Pour m'en convaincre, j'ai exécuté trois radiographies de clefs et d'autres pièces métalliques prenant pour foyer la région antianodique. La première a été faite avec un courant très fort et le système antianodique existait par le toucher du tube par le doigt; la seconde, avec la même intensité et sans apparition du système antianodique; dans les deux cas, on a obtenu des clichés très réussis, mais le premier l'est beaucoup mieux. Enfin, j'ai obtenu un cliché assez réussi avec une intensité très faible, le système antianodique étant visible, seulement la pose a été très longue (plus de quinze minutes).

» Cela indique, pensons-nous, l'existence, sous certaines conditions, *des rayons anodiques,* qui provoquent la phosphorescence visible et invisible du verre, et qui se diffusent ou n'arrivent pas jusqu'au verre dans la plupart du temps. »

OPTIQUE. — *Sur les propriétés de certaines radiations du spectre. Réponse aux objections de M. Becquerel.* Note de M. **Gustave Le Bon**.

« Dans une Note récente, M. le professeur Becquerel explique mes expériences par la transparence de l'ébonite pour les radiations de l'extrémité la moins réfrangible du spectre. Ce serait par suite de l'action bien connue de ces radiations sur la phosphorescence et sur la plaque photographique voilée que se produiraient les images que j'obtiens sous une feuille d'ébonite recouverte d'étoiles métalliques.

» Dès le début de mes expériences j'avais eu à me préoccuper de cette explication que plusieurs savants, et notamment M. Lippmann, m'avaient présentée. Voici les observations qui m'ont conduit à admettre que cette

interprétation ne saurait rendre compte de tous les phénomènes observés :

» 1° Si ce sont les rayons rouges qui agissent en traversant l'ébonite, il suffira d'appliquer sur la plaque d'ébonite un corps arrêtant ces rayons, par exemple une lame de verre vert vérifié au spectroscope (¹), pour empêcher la formation d'une image. Or, cette formation un peu ralentie avec le sulfure de zinc ne l'est pas du tout avec la plaque photographique voilée. On obtient des résultats à peu près identiques avec une lumière monochromatique quelconque.

» 2° Si les radiations photogéniques passaient uniquement à travers l'ébonite et si l'étoile métallique formait simplement une réserve protectrice, tous les corps placés sous l'étoile ne modifieraient pas l'impression. Or, certains corps placés sous cette étoile pendant la pose, le mica notamment, donnent une image photographique sous la partie métallique si la pose a été d'une durée convenable.

» 3° La présence de radiations actives sous l'étoile métallique se prouve encore simplement en prolongeant la pose. Si l'on a eu soin de choisir des plaques sensibles à nos radiations, on constate que l'image de l'étoile, d'abord plus foncée que le voile produit par l'exposition à la bougie, pâlit, disparaît progressivement, et qu'il n'en reste finalement que quelques portions. Il est donc certain que quelque chose provenant du métal a agi sur la plaque.

» 4° On peut, comme je l'ai dit précédemment, remplacer l'ébonite par un corps opaque quelconque, une feuille de papier noir, par exemple, ou même une feuille de métal. Il suffit, pour avoir une image, que les corps superposés présentent des opacités différentes à nos radiations et cette opacité est sans rapport avec l'opacité optique. C'est ce qui permet à des corps aussi transparents que le quartz et le mica de donner une image. Je donne ailleurs (²) la technique de l'expérience de l'impression à travers un métal, les détails étant trop longs pour être exposés ici.

» Dans toutes les expériences photographiques soit avec l'ébonite, soit

---

(¹) Le verre vert laisse un peu passer l'infra-rouge, c'est-à-dire les radiations obscures du spectre voisines de la raie A, mais, comme le fait justement observer M. Becquerel, les plaques voilées ne sont sensibles qu'aux rayons rouges extrêmes. Il est donc évident que les radiations infra-rouges ne peuvent exercer qu'une action photographique très faible. Or, l'expérience démontre que, sur une plaque photographique voilée, l'impression est aussi rapide dans une partie protégée par un verre vert arrêtant le rouge que dans une partie non protégée par un tel verre.

(²) *Revue scientifique*, n° 22.

avec un métal, on constate, en prolongeant beaucoup la pose, que si une moitié seulement de la plaque a été exposée à la lumière, l'autre moitié restant dans l'ombre, l'action des radiations s'étend sous la partie non éclairée et présente parfois des sortes de fusées fort régulières, analogues à celles que donne l'impression électrique. M. de Heen, professeur de Physique à l'Université de Liége, qui a répété et développé mes expériences, a consacré plusieurs Mémoires à tâcher de démontrer, en se basant surtout sur le fait de la propagation de l'impression sur la partie placée dans l'ombre, que les radiations auxquelles j'ai donné le nom de *lumière noire* sont une espèce particulière d'électricité. J'espère bientôt pouvoir montrer que ce mode d'énergie, possédant plusieurs propriétés de la lumière et de l'électricité, il est aussi difficile de le classer dans l'électricité que dans la lumière. Il occupe vraisemblablement une place intermédiaire et se caractérise probablement par de très grandes longueurs d'onde. J'ai déjà fait voir dans une Note précédente, et au moyen d'expériences très faciles à répéter, que tous les corps frappés par la lumière donnent naissance à des radiations dont l'action sur l'électroscope est semblable à celles des rayons X et des rayons uraniques.

» Quant à la destruction de la phosphorescence et de l'impression photographique par la lumière rouge, mes recherches m'ont conduit depuis longtemps à m'occuper de ce phénomène. On sait que, dès le début de la Photographie, Fizeau et Foucault avaient montré qu'une plaque daguerrienne insolée revient à son état primitif si l'on fait tomber à sa surface de la lumière rouge. Plus tard Edmond Becquerel a fait des observations analogues pour les sulfures phosphorescents. J'ai moi-même repris ces expériences et constaté que pour certains sulfures, le sulfure de zinc par exemple, ce n'est pas seulement le rouge et l'infra-rouge, mais bien une couleur quelconque du spectre jusqu'aux environs de la raie F, qui éteignent la phosphorescence. Pour certaines qualités de plaques photographiques voilées, une couleur isolée quelconque, du rouge au violet, détruit le voile et ramène la plaque à son état primitif, ce qui semblerait indiquer que l'action d'une lumière monochromatique tend toujours à détruire l'effet produit par l'action de la lumière blanche, c'est-à-dire de toutes les radiations réunies. L'électricité détermine parfois le même résultat, c'est-à-dire une action inverse de celle de la lumière [1].

---

[1] L'expérience a été faite en exposant pendant deux heures une plaque sensible voilée au souffle électrique très puissant fourni par une tige terminée en pointe en re-

» Tout ce qui précède n'a pas pour but de contester les résultats obtenus par M. Becquerel en faisant usage de feuilles d'ébonite quatre à cinq fois plus minces que celles dont j'ai indiqué l'emploi dans ma dernière Note. L'ébonite, comme d'ailleurs un corps quelconque, même un métal, devient optiquement transparente quand on réduit suffisamment son épaisseur. Tous les corps laissent alors passer des radiations en rapport avec leur constitution et leur couleur, ainsi qu'on l'observe pour l'or, par exemple. Mais il est évident que de la translucidité d'un corps en lame mince on ne peut rien conclure relativement à sa transparence en lame épaisse. Or l'ébonite, sous des épaisseurs de 2^{mm} à 3^{mm}, est absolument opaque pour la lumière ordinaire, comme je l'ai prouvé par les expériences comparatives consignées dans ma dernière Note [1]. On peut, d'ailleurs, avec des ébonites bien pures, porter cette épaisseur à un demi-centimètre. Un objet quelconque, enfermé dans une boîte d'ébonite de cette épaisseur, donne, en quelques secondes au soleil, son image sur un écran de sulfure de zinc phosphorescent placé sous la boîte.

» Mais alors même que l'on constaterait que l'ébonite épaisse ou un corps opaque quelconque se laisserait, contrairement à tout ce qui a été admis jusqu'ici, traverser par des rayons rouges, ce fait ne toucherait en rien les résultats que j'ai obtenus, puisque ces résultats peuvent être produits à travers des substances ne laissant passer aucune trace de lumière rouge. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur la précipitation du sulfure de zinc pour le dosage de ce métal.* Note de M. **J. Meunier**, présentée par M. Troost.

» Tous les chimistes qui se sont occupés du dosage du zinc connaissent les difficultés que l'on éprouve quand on veut recueillir sur un filtre du sulfure de zinc précipité par le sulfure d'ammonium. Le liquide filtré est trouble et la filtration s'arrête bientôt; il est impossible de recueillir com-

lation, par un conducteur de plusieurs mètres de longueur, avec une grande machine statique de Wimhurst à quatre plateaux. On évite, par cette méthode, la production d'aigrettes lumineuses et d'étincelles dont l'action photographique spéciale est bien connue.

(1) Si l'on avait une trace d'image sous la partie de la plaque sensible non voilée, c'est qu'on aurait involontairement voilé la plaque pendant sa manipulation devant la lanterne rouge du laboratoire ou pendant sa fabrication.

plètement le précipité et de le purifier par des lavages convenables. Pour éviter ces inconvénients, on a conseillé d'ajouter à la liqueur de zinc certaines substances qui améliorent la précipitation, tels que le chlorure mercurique et le dithionate de potassium. Cela n'est pas nécessaire, car les inconvénients précédents ne tiennent qu'à l'emploi d'un excès de réactif. En opérant de la manière suivante, on obtient un précipité de sulfure de zinc dont le traitement ultérieur ne donne lieu à aucune difficulté.

» A la solution zincique qui peut être froide, mais qu'il est préférable de faire tiédir, on ajoute de l'ammoniaque et, quand le précipité d'oxyde de zinc s'est formé, on continue à ajouter ce réactif, mais avec précaution, et en agitant pour n'employer que la quantité nécessaire à la redissolution du précipité. On fait ensuite passer le courant d'hydrogène sulfuré bulle à bulle, en ayant soin de l'arrêter aussitôt que la formation du sulfure de zinc est complète. Voici comment on arrive à ce résultat :

» Dès que le précipité de sulfure de zinc ne paraît plus augmenter d'une manière sensible, on prélève quelques gouttes du liquide et on les applique sur une goutte de sulfate de fer placée sur une soucoupe de porcelaine; dès qu'il existe la moindre quantité d'hydrogène sulfuré libre dans la liqueur, il se forme des flocons noirs de sulfure de fer. Cette épreuve indique la fin de la précipitation du zinc; car c'est un fait connu, sur lequel est basé le dosage volumétrique du zinc, que le sulfure de fer ne prend pas naissance, tant que le sulfure de zinc n'est pas complètement formé, et que, dans une dissolution contenant du fer et du zinc, la coloration noire du sulfure de fer fait place à la coloration blanche du sulfure de zinc.

» A partir de ce moment, on peut recueillir le précipité de sulfure de zinc sur le filtre, et effectuer les lavages sans que l'écoulement du liquide filtré se ralentisse. Ces opérations se font plus rapidement avec des liqueurs chaudes.

» On aurait pu croire que la présence d'une grande quantité de substances étrangères dans la solution aurait mis en défaut le procédé. Il n'en est rien. C'est ainsi que moins d'un décigramme de zinc métallique a été mis en solution dans $\frac{1}{2}$ litre d'eau avec 50^{gr} d'acide sulfurique et 10^{cc} d'acide chlorhydrique; on a traité par l'ammoniaque et par l'hydrogène sulfuré, comme il est dit plus haut, et l'on s'est arrêté dès que la liqueur a donné des flocons noirs avec le sulfate de fer.

» A la filtration le liquide était absolument limpide, et cette opération s'est effectuée aussi rapidement qu'on peut le désirer et sans présenter la moindre difficulté. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Remarques relatives à la chaleur de formation des acétylènes sodés.* Note de M. DE FORCRAND.

« M. Matignon, ayant imaginé récemment un procédé simple et ingénieux pour préparer les acétylènes sodés purs (1), devait naturellement être amené à mesurer la chaleur de formation du dérivé monosodé et à reprendre aussi la détermination de celle de l'acétylène disodé que j'avais obtenue il y a deux ans, en partant d'un corps encore mélangé de carbone (2).

» Pour l'action de l'eau en excès sur ces deux composés, il vient de publier les deux nombres $+14^{Cal},50$ et $+37^{Cal},60$ (3), ce dernier concordant avec celui que j'avais déterminé (+37,77).

» En prenant $+43^{Cal},08$ pour la réaction Na + Aq, on déduit des expériences de M. Matignon :

C^2H^2 gaz + Na sol. = C^2HNa sol. + H gaz	....	+28,58
C^2H^2 gaz + Na^2 sol. = C^2Na^2 sol. + H^2 gaz	....	+48,56
C^2HNa sol. + Na sol. = C^2Na^2 sol. + H gaz	....	+19,98

nombres peu différents de ceux que donne M. Matignon (+28,9, +49,3 et +20,4) en partant sans doute de Na + Aq = + 43,45.

» Comme il le fait remarquer, ces nombres *paraissent* établir une assez grande différence entre les *acidités,* mesurées successivement, des deux hydrogènes.

» Cependant, il ne me semble pas correct de rapprocher le premier (+28,58) de la valeur thermique des alcools tertiaires, parce que ce serait négliger la chaleur de solidification de l'acétylène et je crois qu'examinés de plus près, ces nombres se prêtent à deux remarques intéressantes :

» I. Dans un Travail récent, M. P. Villard (4) a publié, pour la chaleur de formation de divers hydrates de gaz, les résultats suivants :

	Cal	
$CO^2 + 6H^2O$	+14,94	à partir du gaz et de $6H^2O$ liq.
$Az^2O + 6H^2O$	+15,04	
$C^2H^2 + 6H^2O$	+15,38	
$C^2H^4 + 6H^2O$	+15,39	

(1) *Comptes rendus,* t. CXXIV, p. 775.
(2) *Comptes rendus,* t. CXX, p. 1215.
(3) *Comptes rendus,* t. CXXIV, p. 1026.
(4) *Thèse de Doctorat ès Sciences,* Paris, 1896.

» Or, nous connaissons la chaleur de solidification de CO^2 gaz ($+6^{Cal},1$ d'après Favre). Si l'on retranche ce nombre, ainsi que la chaleur de solidification de $6H^2O$ liq. (+8,58) de 14,94, il reste $+0^{Cal},26$ qui représente la très faible chaleur de combinaison de CO^2 sol. + $6H^2O$ sol. pour former les cristaux d'hydrate.

» D'autre part, ces hydrates sont tellement semblables qu'il est impossible de ne pas admettre que ce même nombre $+0^{Cal},26$ (très petit, mais positif) représente sensiblement la chaleur de formation de chacun d'eux à partir des composants solides.

» Dès lors, il suffit de retrancher des trois autres résultats de M. Villard (+15,04, +15,38 et +15,39) la somme +0,26 + 8,58, pour obtenir la chaleur de solidification des trois gaz : Az^2O, C^2H^2, C^2H^4. On trouve ainsi :

Az^2O..... +6,20 C^2H^2..... +6,54 C^2H^4..... +6,55

nombres très voisins, et presque identiques à + 6,1 (CO^2)(¹).

» Si la chaleur de solidification de C^2H^2 gaz est + 6,54, on peut écrire :

C^2H^2 sol. + Na sol. = C^2HNa sol. + H gaz...... +22,04
C^2H^2 sol. + Na^2 sol. = C^2Na^2 sol. + H^2 gaz...... +42,02
C^2HNa sol. + Na sol. = C^2Na^2 sol. + H gaz...... +19,98
$\frac{C^2H^2}{2}$ sol. + Na sol. = $\frac{C^2Na^2}{2}$ sol. + H gaz...... +21,01

» Ce dernier nombre donne la valeur acide moyenne de l'acétylène avec une approximation qui, cette fois, doit être très satisfaisante. Il est naturellement un peu inférieur à celui que j'avais admis provisoirement, il y a deux ans : + 22,65, en admettant, pour la chaleur de solidification de l'acétylène, le tiers de celle du benzène. Toutefois, cela ne change pas le

(¹) Il est certainement remarquable de trouver ces quantités presque identiques pour quatre gaz qui, sauf les deux premiers, ne présentent pas de grandes analogies physiques ou chimiques.

La chaleur de liquéfaction de Az^2O gaz étant connue ($+4^{Cal},4$), la chaleur de solidification de Az^2O liq. serait donc $+1^{Cal},8$.

Enfin, il existe d'autres gaz qui ont aussi une chaleur de liquéfaction voisine de +4,4, par exemple AzH^3(+4,4), AzO^2(+4,3), auxquels on pourrait joindre H^2S dont la chaleur de dissolution connue (+4,75) doit dépasser très peu la chaleur de liquéfaction, son hydrate étant assez instable et de l'ordre des précédents. Il est donc probable que le passage de tous ces composés de l'état gazeux à l'état solide dégagerait une quantité de chaleur voisine de + 6,1 à + 6,5 pour une molécule.

sens de mes conclusions précédentes; on voit notamment qu'il est inférieur d'un peu moins de 7^{Cal} à la valeur thermique de l'alcool tertiaire.

» II. En outre, le premier et le troisième de ces nombres montrent que le premier hydrogène de l'acétylène paraît plus acide que l'autre

$$(+22,04 \quad \text{et} \quad +19,98).$$

» La différence, de plus de 2 calories, dépasse certainement toutes les erreurs d'expérience et de raisonnement possibles. Ce fait est général; tous les *diacides* (en prenant ce mot dans le sens le plus général) donnent deux nombres dont le premier est plus élevé que l'autre; de plus, sauf pour les diacides à carboxyle, la première valeur est plus forte et la seconde plus faible que s'il s'agissait d'un monoacide et de la même quantité. Beaucoup d'auteurs pensent que la seconde fonction intervient seulement par son caractère électronégatif, généralisant ainsi un fait bien connu, tandis que je crois qu'il se forme, en outre, une combinaison intramoléculaire entre le sel formé et la fonction qui n'a pas réagi (¹). De là l'exagération apparente de la première acidité et aussi la diminution apparente (de la même quantité) de la seconde.

» L'explication donnée communément m'a toujours paru expliquer la première différence, mais non la seconde, qui est pourtant certaine; dans le cas du glycol, par exemple. En outre, les valeurs de ces différences ne sont pas en rapport avec celles du caractère électronégatif (+ 3,6 pour l'acide oxalique, + 8,7 pour le glycol).

» Quoi qu'il en soit, il me paraît difficile de faire appel ici au caractère électronégatif du corps fixé sur le second carbone de l'acétylène, puisque c'est un atome d'hydrogène, pour expliquer une différence de plus de 2 calories; et c'est pourquoi je désirais dégager cette conséquence des résultats obtenus. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Nouvelles combinaisons de la pyridine, de la pipéridine et de la quinoléine avec les sels métalliques.* Note de M. **Raoul Varet**.

« Dans de précédentes Communications (*Comptes rendus*, 1891, p. 92 et 93), j'ai eu l'honneur de soumettre à l'Académie les résultats que j'avais obtenus en étudiant l'action des bases organiques sur les sels métal-

---

(¹) *Comptes rendus*, t. CXIV, p. 123.

liques. J'ai poursuivi ces recherches que j'avais dû négliger, sans les abandonner pour cela, occupé que j'étais par mes expériences sur les combinaisons du mercure. Ce sont quelques-uns des nouveaux corps que j'ai préparés afin d'en faire l'étude thermochimique, que je veux seulement signaler dans la présente Note.

» I. *Bromocuivrite de pyridine.* — Dans de la pyridine maintenue à l'ébullition, on dissout du bromure cuivreux bien pur, jusqu'à saturation, et en évitant l'accès de l'air. La liqueur additionnée de pyridine bouillante et filtrée sur un entonnoir chaud, toujours à l'abri de l'air, abandonne par refroidissement des cristaux jaune vert qui, séchés très rapidement entre des doubles de papier, répondent á la formule

$$Cu^2Br^2.4C^5H^5Az.$$

» C'est un corps très soluble dans la pyridine, surtout à chaud. Il abandonne toute la pyridine qu'il contient, sous l'influence de la chaleur. Il est très altérable à l'air, il devient vert puis brunit.

» II. *Iodozincate de pyridine.* — L'iodure de zinc se combine à la pyridine en dégageant une quantité de chaleur assez considérable. On obtient dans cette réaction de fines aiguilles prismatiques dont la composition est exprimée par la formule

$$ZnI^2.2C^5H^5Az.$$

» III. *Cyanozincate de pyridine.* — Le cyanure de zinc ne semble pas se dissoudre en quantité notable dans la pyridine. Si l'on abandonne ces deux corps au contact à l'abri de la lumière et dans un endroit froid, on obtient une masse gélatineuse dont la composition oscille entre les deux formules suivantes :

$$ZnCy^2.2C^5H^5Az \quad \text{et} \quad 2ZnCy^2.3C^5H^5Az.$$

Ce corps perd toute sa pyridine quand on le chauffe à une température bien inférieure à celle de la décomposition du cyanure.

» IV. *Bromocadmiates de pyridine.* — L'action d'un excès de pyridine agissant à basse température sur le bromure de cadmium desséché, fournit comme je l'ai montré (*Comptes rendus,* 16 février 1891) le composé

$$CdBr^2.6C^5H^5Az.$$

Ce corps, dissous dans l'eau bouillante chargée de pyridine, donne naissance par refroidissement de la liqueur à de longues aiguilles prismatiques qui essorées entre des doubles de papier répondent à la formule

$$CdBr^2.2C^5H^5Az.$$

» V. *Bromonickelates de pyridine.* — L'action de la pyridine sur le bromure de nickel m'a fourni outre le composé $NiBr^2.4C^5H^5Az$, que j'ai déjà décrit (*Comptes rendus,* 23 mars 1891), des cristaux verts qui essorés entre des doubles de papier répondent à la formule

$$NiBr^2.2C^5H^5Az,$$

corps très soluble dans la pyridine. Il devient jaune quand on le chauffe et perd toute sa pyridine.

» J'ajouterai que j'ai préparé des combinaisons de la pyridine, de la pipéridine et de la quinoléine avec les sels halogènes d'aluminium, de fer; avec les iodures de baryum, de strontium et de calcium, avec le bromure et l'iodure de manganèse.

» J'ai aussi étudié l'action de la pipéridine sur les chlorures, bromures et iodures de zinc, de cadmium, de nickel et de cobalt.

» J'ai aussi réussi à combiner la quinoléine aux sels de mercure, à l'acétate et au sulfate d'argent, avec les sels de cuivre, etc.; j'aurai bientôt terminé l'étude de ces diverses combinaisons, et j'aurai l'honneur d'en soumettre les résultats à l'Académie dans de prochaines Notes. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la préparation du furfurane.* Note de M. P. **Freundler**, présentée par M. Friedel.

« Le *furfurane* ou *furane*

```
HC——CH
||   ||
HC\ /CH
   O
```

qui se trouve en petite quantité dans les produits de la distillation de certains bois (pins, sapins, etc.) ([1]), n'a été obtenu jusqu'à présent qu'en très petite quantité et avec de faibles rendements; aussi ne connaît-on presque aucun de ses dérivés. MM. Limpricht et Schwanert ([2]) ont préparé ce corps en distillant le pyromucate de baryum avec de la chaux sodée. M. Henninger ([3]) l'a obtenu en faisant agir le perchlorure de phosphore sur son dihydrure.

» J'ai repris la distillation du pyromucate de baryum en l'effectuant dans toutes les conditions possibles, et j'ai pu constater que la formation du furfurane est accompagnée d'une autre réaction qui donne naissance à des produits gazeux. Ces produits gazeux sont : un *carbure* C^3H^4, de

([1]) Atterberg, *Ber.*, t. XIII, p. 281.
([2]) *Ann. Chem.*, t. CLXV, p. 281.
([3]) *A. Ch. Ph.* (6), t. VII, p. 217.

l'*oxyde de carbone* et, dans certaines conditions, de l'*hydrogène;* de sorte qu'on peut représenter la décomposition du pyromucate de baryum par les deux équations suivantes :

$$(C^4H^3O.CO^2)^2Ba + 2NaOH = BaCO^3 + Na^2CO^3 + 2C^4H^4O,$$
$$(C^4H^3O.CO^2)^2Ba + 2NaOH = BaCO^3 + Na^2CO^3 + 2C^3H^4 + 2CO.$$

» Le furfurane peut être condensé *complètement* dans deux tubes en U refroidis dans un mélange de glace et de sel. Les gaz passent successivement dans des flacons laveurs renfermant, les premiers une solution chloroformique de brome également refroidie, les suivants de la potasse et les derniers du chlorure cuivreux acide. Dans d'autres opérations le mélange gazeux a été recueilli dans un gazomètre en verre préalablement jaugé; j'ai pu déduire du volume total obtenu que les deux réactions précédentes s'effectuent dans la même proportion.

» La décomposition du pyromucate commence vers 220°, et devient très rapide à 300°. Elle est accélérée si l'on fait le vide dans l'appareil, tandis qu'elle s'arrête très rapidement lorsqu'on opère dans une enceinte fermée, même à 350°. Si l'on chauffe le pyromucate de baryum seul, il se décompose brusquement, en donnant principalement du furfurane $(\frac{2}{3})$ et peu de gaz $(\frac{1}{3})$ (1). En employant la quantité calculée de chaux sodée ou de baryte déshydratée à 70°, la proportion de furfurane diminue et les gaz sont constitués par un mélange, à volumes égaux, de carbure et d'oxyde de carbone. Un grand excès de chaux sodée a pour effet de fixer ce dernier gaz, qui est alors remplacé par de l'hydrogène

$$CO + 2NaOH = Na^2CO^3 + H^2.$$

» Le *carbure* C^3H^4, dont je n'ai pas encore terminé l'étude, est un carbure éthylénique, car il ne précipite ni le chlorure cuivreux, ni l'azotate d'argent. Il donne un *tétrabromure* $C^3H^4Br^4$ très difficile à purifier, qui bout à 162°, sous 20^{mm}, et qui se décompose rapidement à la température ordinaire, en perdant de l'acide bromhydrique. Il paraît être différent du bromure d'allène, avec lequel je n'ai pu l'identifier jusqu'à présent.

» Le furfurane obtenu dans la décomposition du pyromucate est coloré en noir; de plus, on en obtient peu, et l'on en perd beaucoup en le transvasant.

» On obtient, au contraire, du furfurane pur et avec un rendement

(1) Il ne se forme jamais que des traces de la cétone $C^4H^3O.CO.C^4H^3O$.

théorique en chauffant l'acide pyromucique à 260°-275°, en vase clos, pendant deux heures

$$C^4H^3O.CO^2H = CO + C^4H^3O.$$

» La pression intérieure des tubes ne permet d'opérer que sur 6^{gr} à 7^{gr} de matière à la fois ; mais on obtient encore, avec 5^{gr} d'acide, plus du double de furfurane de ce qu'on peut avoir en distillant de 80^{gr} à 100^{gr} de pyromucate de baryum.

» Cette décomposition quantitative des acides non saturés, lorsqu'on les chauffe en vase clos au-dessus de leur point d'ébullition, paraît être générale. En chauffant de l'acide cinnamique à 350°, pendant quatre heures, on obtient un mélange de styrolène et de métastyrolène.

» Cette réaction pourra être utilisée pour préparer certains carbures, dans le cas d'un acide qui bout, sans décomposition, à la pression ordinaire (1). »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Solubilité de l'ecgonine*. Note de M. **Œchsner de Coninck**.

« L'ecgonine qui m'a servi dans ces expériences avait été préparée par le procédé classique, et se présentait sous la forme de cristaux blancs, d'apparence cubique.

» Ces cristaux ont été triés, et les solubilités dans différents milieux ont été déterminées avec les plus petits d'entre eux, en assez grand nombre d'ailleurs, pour que les expériences fussent toutes comparables (2).

» 1. *Eau distillée*. Pour dissoudre 1^{gr} d'ecgonine, à +17°, il faut $4^{cc},6$ d'eau pure.

» 2. *Alcool à 95°*. Pour dissoudre 1^{gr} d'ecgonine, à +17°, il faut 67^{cc} d'alcool.

» 3. *Éther ordinaire*. Ce véhicule, dont l'action a été essayée à +16°, dissout des traces d'ecgonine.

» 4. *Éther absolu*. A 16°, l'éther absolu n'a pas dissous d'ecgonine.

» 5. *Acétone rectifiée*. Expérience faite à +15°,6; l'ecgonine ne s'est pas dissoute.

» 6. *Acétone du bisulfite;* à la même température, même résultat.

» 7. *Éther acétique*. A +20°,6, il faut 77^{cc} d'éther acétique, pour dissoudre 1^{gr} d'ecgonine.

---

(1) Travail fait au laboratoire de Chimie organique de la Faculté des Sciences.

(2) En outre, j'ai fait venir un très bel échantillon d'ecgonine, préparé spécialement, et j'ai pu m'assurer par comparaison de la pureté de l'alcaloïde que j'employais.

» 8. *Ligroïne* (bouillant de 32° à 50°); l'ecgonine ne s'y dissout pas ($t = +16°$).

» 9. *Ligroïne* (bouillant de 50° à 65°); même résultat négatif pour la même température.

» 10. *Chloroforme;* l'ecgonine est insoluble ($t = +15°$).

» 11. *Bromoforme;* l'ecgonine est insoluble ($t = +13°,5$).

» 12. *Benzine ordinaire;* l'alcaloïde n'est pas soluble ($t = +16°$).

» 13. *Benzine cristallisable:* $t = +16°$; même résultat.

» 14. *Toluène ordinaire;* $t = +15°,4$; même résultat négatif.

» 15. *Toluène pur;* $t = +15°,4$; l'ecgonine ne se dissout pas.

» 16. *Alcool isobutylique pur;* $t = +16°,3$ ne dissout pas l'alcaloïde.

» 17. *Alcool méthylique rectifié;* à $+19°,2$, il faut $18^{cc},5$ d'alcool méthylique, pour dissoudre 1^{gr} d'ecgonine.

» 18. *Alcool éthylique à 66°;* à $+19°,6$, il faut 17^{cc} pour dissoudre 1^{gr} d'ecgonine.

» 19. *Alcool éthylique à 71°;* $t = +19°,8$; il faut $21^{cc},3$ de ce véhicule pour dissoudre 1^{gr} de l'alcaloïde.

» 20. *Bromure d'éthylène;* $t = +14°,8$; l'ecgonine ne se dissout pas.

» 21. *Sulfure de carbone pur;* $t = +14°$; l'ecgonine ne s'est pas dissoute.

» 22. *Tétrachlorure de carbone pur;* $t = +13°,7$; même résultat négatif.

» 23. *Térébenthine ordinaire;* $t = +14°,2$; même résultat négatif.

» 24. *Térébenthine pure;* $t = +13°,6$; alcaloïde insoluble.

» 25. *Paraldéhyde pure;* à $+17°,7$, il faut $133^{cc},4$ de paraldéhyde pure pour dissoudre 1^{gr} d'ecgonine [1]. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Étude comparée des quotients d'acides et des quotients de fermentation observés pendant la maturation des fruits* [2]. Note de M. C. Gerber, présentée par M. A. Chatin.

« Nous nous proposons de donner dans cette Note les résultats généraux d'une étude que nous venons de poursuivre sur les phénomènes physiques et chimiques qui s'accomplissent dans les tissus au cours du développement et de la maturation des fruits.

» Nous avons d'abord démontré que les fruits charnus sucrés présentent souvent, pendant leur maturation, un quotient respiratoire supérieur à l'unité, quotient qui offre une origine et des allures différentes suivant le degré de la maturation et les principes chimiques que ces fruits contien-

---

[1] Ces recherches ont été faites dans mon Service, à l'Institut de Chimie de la Faculté des Sciences de Montpellier.

[2] Travail fait à la Faculté des Sciences de Marseille.

nent. Nous avons été ainsi amené à distinguer deux catégories de quotients supérieurs à l'unité :

» Les uns, que nous appellerons *quotients d'acides*, sont dus à la présence des acides;

» Les autres, que nous appellerons *quotients de fermentation*, sont dus à l'insuffisance de la quantité d'air qui parvient aux cellules et à la production d'alcool qui en est la conséquence.

» Les *quotients d'acides* se présentent toutes les fois que les fruits qui contiennent des acides (citrique, tartrique, malique, etc.) se trouvent à une température supérieure à un certain degré. La limite inférieure à partir de laquelle se manifeste le quotient d'acides est assez élevée (25° à 30°) pour les fruits à acides citrique et tartrique; elle est moins élevée (15° environ) pour les fruits à acide malique. Il est à remarquer que nous avons obtenu les mêmes quotients supérieurs à l'unité en cultivant ([1]) le *Sterigmatocystis nigra* sur des solutions ne contenant que les acides précédents. Il est ainsi prouvé que l'élévation du quotient respiratoire, signalé plus haut dans les fruits acides, est due à la présence de ces acides. Mais, en plus de cette expérience, et pour nous placer dans des conditions tout à fait comparables à celles que présentent les fruits, nous avons cultivé le même champignon dans des solutions contenant un mélange de sucre et d'acide. Or, dans ce cas, nous avons trouvé les mêmes quotients supérieurs à l'unité que dans les fruits acides, et le même écart entre les limites inférieures de température où apparaissent, pour les différents acides, les quotients supérieurs à l'unité.

» Les quotients d'acides se rencontrent également chez les plantes grasses; cela nous permet de rapprocher leur respiration de celle des fruits acides et d'apposer ces deux respirations à celle des plantes ordinaires dont le quotient est toujours inférieur à l'unité, comme l'ont établi MM. Bonnier et Mangin.

» *Les quotients de fermentation* se produisent toutes les fois que l'oxygène de l'atmosphère n'arrive plus aux cellules en quantité suffisante. Ce manque d'oxygène est dû à la formation de pectine, formation qui, d'une part, est accompagnée d'une augmentation de l'activité cellulaire et qui, d'autre part, détermine une diminution dans l'apport de l'oxygène aux cellules par suite de l'occlusion des méats intercellulaires par le gonflement de la pectine ([2]).

([1]) *Comptes rendus*, 18 janvier 1897.

([2]) C. Gerber, *Comptes rendus*; mai 1897.

» Grâce à ces transformations pectiques qui se produisent dans certains fruits (kakis, prunes, sorbes, nèfles, etc.), ceux-ci se trouvent donc, bien que plongés dans une atmosphère contenant de l'oxygène, placés dans les mêmes conditions que les fruits plongés dans des gaz dépourvus d'oxygène par MM. Lechartier et Bellamy et ils se comportent de la même façon.

» Le *quotient de fermentation* diffère du *quotient d'acide :*

» 1° *Par l'époque à laquelle on le constate.* — Il se manifeste à la fin de la maturation tandis que le quotient d'acides apparaît au début.

» 2° *Par la température minima à laquelle il se manifeste.* — On peut l'observer aux basses températures, même à 0°, tandis que le quotient d'acides n'apparaît guère qu'à 25° ou 30°.

» 3° *Par sa valeur.* — Cette valeur est souvent supérieure à 3, tandis que le quotient d'acide est généralement plus petit que 1,50.

» 4° *Par l'intensité respiratoire correspondante.* — Cette intensité est bien moins forte quand on constate le même quotient de fermentation qu'avant son apparition, tandis qu'elle est bien plus forte quand c'est le quotient d'acide qui se manifeste.

» 5° *Par les modifications qu'il éprouve sous l'influence du sectionnement.* — Le sectionnement diminue légèrement de valeur et augmente à peine l'intensité respiratoire correspondante, tandis qu'il élève considérablement le quotient d'acide, en même temps que l'intensité respiratoire s'accroît fortement.

» 6° *Par les changements chimiques qui se produisent dans les fruits :*

» (*a*) Chaque fois que l'on observe le quotient de fermentation, les substances sucrées des fruits se transforment partiellement en alcools et acides volatils. Il en résulte des éthers qui constituent le parfum de ces fruits.

» L'absence d'hydrogène, dans les gaz dégagés pendant la fermentation produite par les cellules des fruits, différencie cette fermentation de celles qui déterminent le bacille amylozyme de M. Perdrix et le *bacyllus orthobutylicus* de M. Grimbert, et la rapproche de la fermentation alcoolique ordinaire.

» (*b*) Chaque fois que l'on observe le quotient d'acide, les acides des fruits se transforment partiellement en hydrates de carbone. Nous avons établi ce fait de la façon suivante :

» 1° Les moisissures, cultivées sur un milieu nutritif ne contenant que des acides, forment des hydrates de carbone (*mycelium*). En même temps, elles présentent un quotient respiratoire supérieur au quotient que l'on obtiendrait en oxydant complètement la molécule des acides. Un quotient

supérieur au quotient d'oxydation complète de ceux-ci indique donc la formation des hydrates de carbone. Les fruits, ainsi que les moisissures cultivées sur un milieu nutritif qui contient un mélange de sucre et d'acide, présentant, tant que les acides dominent, un quotient supérieur au quotient d'oxydation complète de ceux-ci, nous pouvons dire qu'il se forme, dans ces conditions, des hydrates de carbone aux dépens des acides des fruits. Cette formation se produit encore dans les fruits contenant une très faible quantité d'acide et une grande quantité de sucre; mais la combustion de ce sucre, qui se produit avec un quotient au plus égal à l'unité, abaisse la valeur très élevée du quotient de formation des hydrates de carbone au-dessous de celle du quotient d'oxydation complète des acides.

» 2° Dans les pommes cueillies, nous avons constaté que la quantité de substances sucrées qui se forment aux températures élevées est supérieure à la quantité d'amidon disparu et correspond à peu près à la somme de l'amidon et de l'acide disparus. »

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Sur la dénaturation de l'alcool.* Note de M. **Ernest Barillot**, présentée par M. Troost.

« La dénaturation de l'alcool est une opération d'une très grande importance, tant au point de vue fiscal qu'à celui de l'hygiène publique; car le fraudeur, en revivifiant l'alcool dénaturé, cherche à échapper aux droits de la Régie; mais, ne pouvant le plus souvent arriver à le bien purifier, il y laisse des matières nocives, qui contribuent au développement de l'alcoolisme.

» Un bon dénaturant doit être difficilement éliminable, et son élimination, en tout cas, ne doit pouvoir être faite avec profit.

» On a proposé de remplacer le dénaturant actuel par des huiles sulfurées (mercaptans, huile neutre de Zeiss, etc.); l'odeur infecte de ces produits, l'acide sulfureux dégagé dans leur combustion, les font *a priori* rejeter.

» On préconise la dénaturation par les *huiles d'acétone*, procédé employé en Suisse (Dr Lang).

» Ces huiles sont dérivées de la calcination de l'acétate de chaux; elles accompagnent l'acétone dans sa préparation; on les extrait aussi des produits de décomposition pyrogénée des sels alcalins terreux, provenant d'acides gras supérieurs formés dans l'oxydation violente des fusels (Dr Lang).

» Ce mode de dénaturation est illusoire. Nous allons indiquer par quels procédés simples et peu coûteux on peut revivifier les alcools ainsi dénaturés.

» Les huiles d'acétone se composent de carbures benzéniques et paraffiéniques et d'une partie kétonique (méthyléthyl-acétone, éthyl, butyl, etc. acétone). En solution dans l'alcool, à 95°, ces acétones supérieurs sont précipités presque intégralement par le bisulfite de soude (D = 1,135), exempt d'acide sulfureux en excès; il suffit, par filtration, de séparer le liquide de la combinaison bisulfitique; ce liquide, fractionné dans un appareil convenable (Le Bel-Henninger, Durin, Monnet, Anderlini, etc.), donne en tête les carbures légers benzéniques, au milieu l'alcool parfaitement consommable, en queue l'alcool dilué à rectifier.

» Le composé bisulfitique, distillé sur un excès d'alcali, rend les kétones.

» 100^{cc} d'alcool dénaturé suisse (authentique d'origine) ont donné :

» 1° Poids du composé bisulfitique 9^{gr},200;

» 2° *Distillation fractionnée* (tube Monnet à grains de plomb), hauteur 0^{m},30 après saturation par un alcali :

» *Tête* (*a*), 10^{cc} contenant les benzols que l'addition d'eau met en liberté.

» *Tête* (*b*), 10^{cc} d'alcool à 93° ne troublant pas l'eau, doués d'odeur et saveur désagréables.

» *Milieu* (*c*), 70^{cc} d'alcool à 94°, odeur et saveur permettant la consommation par la bouche.

» *Queues* (*d*), laiteuses, infectes, forte odeur pyridique et quinoléique.

» On arrive donc à renaturer 70 pour 100 du volume initial d'une façon suffisante pour la consommation et il est facile de pousser plus loin la purification.

» Bien qu'enlevant la plus grande partie des kétones, ce procédé laisse encore quelques traces d'acétones qui permettent de constater la fraude, et qui sont le *corpus delicti*, mais ces 0,05 à 0,01 pour 100 d'acétones supérieurs sont facilement éliminables par le chlore ou l'iode en solution alcaline; et la renaturation devient parfaite, elle échappe tant à nos organes qu'aux réactifs chimiques.

» Il y a lieu de tenir compte des constatations précédentes dans le choix d'un bon dénaturant, question dont se préoccupent en ce moment les pouvoirs publics, tant au point de vue fiscal qu'à celui de la santé publique. »

ZOOLOGIE. — *Sur la coquille embryonnaire ou* prodissoconque *des Lamellibranches*. Note de M. **Félix Bernard**, présentée par M. Edmond Perrier.

« On sait que la coquille des Lamellibranches, au premier stade, après sa calcification, est formée de deux valves à charnière rectiligne, dépourvues d'ornements de formations cardinales et de fossette ligamentaire. J'ai dénommé ce stade *Protostracum*. C'est celui auquel éclosent les Nayadés, et la larve *Glochidium* représente, à mes yeux, non pas la prodissoconque définitive, mais le stade protostracum, traversé par tous les autres Lamellibranches. Effectivement, j'ai réussi à retrouver le protostracum au sommet de toutes les prodissoconques étudiées. Dans la majorité des cas l'accroissement de la coquille se fait de telle sorte que la ligne cardinale du protostracum ne s'accroît pas pendant la durée de la prodissoconque, et cette ligne sert ainsi de charnière soit pendant tout ce stade, soit au moins pendant la plus grande partie.

» Il est rare que la *prodissoconque* se présente avec le même degré de simplicité que le protostracum, sans différenciation cardinale (quelques *Lepton*, *Erycina*). Chez tous les *Anisomyaires* et les *Taxodontes* se développe un type uniforme de charnière que Dall, d'après mes recherches, a désigné du nom, que j'accepte, de *Provinculum*. Il consiste en un épaississement de la charnière, orné de crénelures perpendiculaires au bord cardinal. Au centre, c'est-à-dire vers le milieu de la ligne cardinale du protostracum, cet épaississement est creusé de la fossette ligamentaire primitive. J'ai décrit antérieurement les formes variées que prend cette prodissoconque dans les diverses familles. La prodissoconque des *Ostrea* semble au premier abord d'un type différent ([1]). Elle montre, en effet, constamment une seule rangée de crénelures, occupant toute la charnière primitive, le ligament étant en avant. Or une forme actuelle, *O. Cochlear*, chez laquelle la dissymétrie dans tout le cours du développement, s'accuse beaucoup moins que chez les autres Huîtres, permet d'expliquer l'anomalie : il existe en effet, en avant du ligament, une courte bande de quatre crénelures. Dans d'autres espèces on trouve aussi sporadiquement des traces de crénelures antérieures, nombreuses, mais peu marquées. Cela montre qu'il s'est opéré chez l'Huître une torsion précoce d'arrière en avant, par suite

---

([1]) *Bulletin de la Société géologique de France*, 3e série, t. XXIII, 1895, et t. XXIV, 1896.

de laquelle la moitié antérieure du provinculum, reportée sur le côté, a été frappée d'avortement.

» *Hétérodontes.* — Les prodissoconques des Hétérodontes sont en général de petite taille, et très simples. Elles ne diffèrent du protostracum que par leur forme plus bombée, déterminant des rudiments de sommet. Leur évolution est si rapide que les crénelures n'ont, en général, pas le temps de se former. Les dents définitives apparaissent en effet d'une manière très précoce, au moment où va commencer à se développer la dissoconque et sur le contour même de la prodissoconque. Il y a cependant des exceptions. Certains *Cardium* et *Donax* montrent le provinculum normal avant les dents. Il en est de même de deux genres à coquille interne : *Chlamydoconcha* Dall et *Scioberetia* F. B. qui n'ont pas de dents véritables. D'autres formes incubatrices, dont la prodissoconque affecte des formes bizarres, montrent les crénelures, très nettes, seulement après les dents (*Condylocardia, Thecalia*). Enfin j'ai cru reconnaître des rudiments de crénelures chez quelques individus de *Lutetia* et de *Modiolarca.*

» Le cas des formes incubatrices est des plus intéressants. Chez toutes celles de ces formes que j'ai étudiées, sauf *Ostrea*, la charnière est toujours rectiligne, sans crochet. Les *Mytilidés,* où l'embryon est mis en liberté à une petite taille, ont le type normal de prodissoconque ; mais dans les formes qui suivent, les prodissoconques atteignent de grandes dimensions et deviennent très spéciales. Un Arcidé (*Arca vivipara* F. B.) et toutes les espèces d'un Aviculidé (*Philobrya*) ont une prodissoconque à très longue charnière rectiligne, où les crénelures apparaissent très tard, quand la taille maximum est atteinte. Dans certaines espèces, l'ornementation est tout à fait extraordinaire. Chez quelques Erycinacés (*Modiolarca, Lasœa,* etc.), la prodissoconque est lisse et n'a pas trace de crénelures, et c'est seulement quand la taille maximum est près d'être atteinte qu'il apparaît de chaque côté, à chaque valve, une dent qui, d'ailleurs, n'est pas homologue dans les divers types. Les genres de Carditacés *Condylocardia* et *Thecalia* ont de grandes prodissoconques des plus bizarres, où les dents sont bien moins précoces et ont une évolution bien plus lente que chez les Carditidés normaux [1].

» Ce n'est pas directement au fait de l'incubation qu'il faut attribuer ces singularités dans le développement des formes qui précèdent, mais plutôt à la grosseur de l'œuf, à la présence d'une grande quantité de vitellus et au mode particulier de développement qui en résulte. La

---

[1] *Journ. de Conchyoliologie,* juillet 1896.

segmentation très inégale aboutit à la constitution tardive d'un embryon déjà très évolué. Cet embryon est très protégé et peu mobile, soit par le fait de l'incubation, soit par la présence d'une forte coque. Dès lors on conçoit que les formations cardinales, dont l'apparition n'est plus excitée par les nécessités mécaniques du fonctionnement des valves, se développent tardivement. Au contraire, plus la valve devient libre de bonne heure, plus les productions cardinales seront précoces, et nous aurons à constater chez les Hétérodontes les progrès de l'accélération embryogénique.

» A quoi correspond l'existence constante de la prodissoconque, pourtant si variable dans ses caractères? Il est manifeste que la fin de ce stade correspond à un temps d'arrêt dans la croissance. Fréquemment, ce temps est utilisé à l'épaississement total ou partiel de la coquille, au perfectionnement du provinculum, et même souvent à la constitution des dents qui se montrent le long du bord épaissi de la prodissoconque.

» Or, j'ai pu vérifier sur les formes incubatrices qu'un travail analogue s'opère pour l'ensemble des organes. Le temps de la formation de la prodissoconque est une phase de croissance rapide de l'embryon, dont les organes sont encore rudimentaires. Au stade de la prodissoconque définitive, la spécialisation des cellules et la délimitation plus précise des organes s'opère, si bien qu'à la fin la coquille est habitée par un animal complet, pourvu d'organes aptes à fonctionner. Je n'ai pu vérifier ces faits pour les larves libres, mais ils me semblent s'accorder avec ce qu'on sait de leur développement. Dans cette hypothèse, les formes, où une faible différence distingue la prodissoconque du stade suivant, seraient celles où un court arrêt de croissance interviendrait et où le développement tendrait à être continu.

» Bien que le nombre des Lamellibranches dont l'animal est connu à ce stade soit encore peu considérable, il me semble cependant se dégager, des recherches des divers auteurs et des miennes, une importante induction. Quoique les formes étudiées appartiennent à des types très éloignés et à mode de développement différent, l'animal, au stade prodissoconque, peut se ramener facilement à un type très simple et très schématique de Lamellibranche : cette larve est pourvue de deux muscles adducteurs (même chez *Ostrea* et *Philobrya*, qui sont monomyaires à l'état adulte), de muscles pédieux, de trois paires de ganglions, d'un pied propre à la reptation, d'un manteau à lobes libres, sans siphon ; de branchies situées très en arrière, et, en outre, du vélum caractéristique de toute larve de Mollusque. Divers points d'anatomie restent encore à éclaircir au sujet de cette larve, comme la structure du cœur et des branchies, mais néanmoins on peut

tout au moins voir là un stade commun à tous les Lamellibranches, constitué de manière à pouvoir vivre en liberté, et, par conséquent, représentant visiblement la forme ancestrale. C'est de ce stade qu'on devra partir pour reconstituer la phylogénie des Lamellibranches ([1]). »

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *Maladie des branches des Mûriers de la Turquie d'Europe.* Note de MM. **Prillieux** et **Delacroix**, présentée par M. Guignard.

« Le Laboratoire de Pathologie végétale a reçu de M. Kitabiai, d'Andrinople, des rameaux morts de Mûriers attaqués par une maladie qu'il signale comme causant des dommages importants dans la région et qui a été tout spécialement observée à Mistapha-Pacha depuis 1894.

» Les premiers symptômes du mal apparaissent au printemps. En 1896, ils se sont manifestés le 25 mai. Ils consistent en un très léger changement dans la couleur des feuilles des rameaux attaqués; le point d'attaque du mal se trouve toujours à un bourgeon axillaire situé à une hauteur quelconque sur le rameau. Toutes les feuilles nées au-dessus de ce point, jusqu'à l'extrémité du rameau, souffrent, tandis que les parties situées au-dessous, jusqu'au tronc, restent saines. Au bout de deux jours, le rameau ou la partie du rameau qui est au-dessus du point attaqué meurt. Le bourgeon et la base de sa feuille-mère, qui sont le foyer du mal, sont déjà désorganisés et l'on y distingue souvent une sorte de moisissure blanche.

» Sur les rameaux secs que nous avons reçus de Turquie, l'altération s'est étendue souvent à une assez grande distance autour du point d'attaque initiale. Là, l'écorce est entièrement détruite jusqu'au bois; il n'en reste plus que des fibres, formant une sorte de revêtement de filaments de filasse à la surface du bois nécrosé et désorganisé lui-même dans ses couches superficielles.

» En outre, et c'est le caractère le plus précis du mal, sur le bois altéré, au dessous des fibres, se trouvent des corps noirs et durs, adhérant souvent soit aux fibres, soit au bois. Ce sont des sclérotes encore entourés, en certains endroits, des filaments du parasite qui a corrodé le bois et l'écorce et causé cette maladie des branches du Mûrier.

» Ces sclérotes, de forme variable, tantôt isolés, tantôt contigus et plus ou moins soudés plusieurs ensemble, présentent une structure identique à

([1]) Ce travail a été fait au laboratoire de Malacologie du Muséum.

celle des sclérotes du *Sclerotinia Libertiana* qui attaque les Topinambours, les Carottes, les Haricots, les Fèves, etc.

» Dans les parties attaquées des rameaux du Mûrier, il ne reste plus rien ni du parenchyme cortical, ni du liber mou; dans les couches superficielles du bois, les vaisseaux seuls résistent à la corrosion qui détruit les fibres et les cellules ligneuses. Dans ces vaisseaux et à la surface corrodée du bois, on distingue très bien les filaments cloisonnés et ramifiés du mycélium. Les sclérotes se moulent sur le bois corrodé; ils se collent par leur écorce noire aux gros vaisseaux isolés, qui font saillie et s'enfoncent dans les petites dépressions produites par les rayons médullaires.

» Parfois, on trouve dans l'intérieur même de ces sclérotes des débris des tissus non complètement détruits, et, particulièrement dans ceux qui se forment sur la place même des bourgeons, on reconnaît des trachées déroulables très nettement distinctes.

» Ces sclérotes isolés ou adhérant encore aux branches, placés sur du sable humide, à l'abri d'une cloche, ont produit dans le courant du mois d'avril des fructifications d'une petite Pézize de couleur fauve, qui, par ses caractères extérieurs, la forme et la taille de ses asques et de ses spores, nous a paru ne différer en rien du *Sclerotinia Libertiana,* dont le développement et l'histoire entière ont été étudiés d'une façon si complète par de Bary.

» Des spores provenant des apothécies nées des sclérotes du Mûrier ont germé avec la plus grande facilité. Au bout de vingt-quatre heures, elles avaient produit des filaments de mycélium cloisonnés et ramifiés. Placés à la surface d'un liquide nutritif, ils l'ont bientôt couverte d'une sorte de peau feutrée d'un blanc vif, dans laquelle se sont ensuite formés des sclérotes.

» Les filaments mycéliens provenant de spores semées dans une goutte de liquide sur une lame de verre ont produit, dès le troisième jour, de ces crampons qui ont été décrits et figurés par Brefeld et de Bary; mais, pas plus que de Bary, nous n'avons vu apparaître dans ces germinations de ces petits corps globuleux qui ont été signalés et figurés par Brefeld dans le *Sclerotinia Libertiana*.

» Les filaments mycéliens provenant des semis de spores du *Sclerotinia* du Mûrier, placés sur des Carottes, les ont attaquées et décomposées rapidement en présentant exactement tous les phénomènes décrits par de Bary. Placés sur de jeunes pousses de Mûrier, dans les premiers jours de mai, il en ont causé l'infection.

» De jeunes boutures de Mûrier, mises sous cloche à la fin d'avril, quand

les feuilles commençaient à se développer, auprès d'un rameau de Mûrier provenant de Turquie et couvert d'apothécies de *Sclerotinia*, ont été infectées; des feuilles naissantes et de jeunes pousses qui commençaient à s'allonger ont été atteintes et tuées.

» De tous ces faits il résulte que la maladie des branches des Mûriers de la Turquie d'Europe est très certainement produite par le *Sclerotinia Libertiana*, comme la maladie à sclérotes des Haricots, des Fèves et des Topinambours.

» On a signalé en France, maintes fois, une maladie des branches du Mûrier. Dans bien des cas, on a reconnu que les arbres qui se couvrent de branches mortes ont les racines attaquées par un Pourridié, dû, soit au *Rosellinia aquila*, soit au *Dematophora necatrix*, soit à l'*Armillaria mellea*; mais il n'est pas du tout certain que le dessèchement des branches ne soit jamais que la conséquence du dépérissement général de l'arbre. Il serait tout particulièrement intéressant de rechercher si la maladie des branches du Mûrier n'est pas parfois, en France comme en Turquie, due au parasitisme du *Sclerotinia Libertiana*. »

GÉOLOGIE. — *Sur l'hydrographie souterraine et les chouruns du Dévoluy* (*Hautes-Alpes*). Note de M. **E.-A. Martel**, présentée par M. Albert Gaudry.

« Le grand cirque naturel du massif du Dévoluy possède un double système hydrographique dont une partie, toute souterraine, n'a fait jusqu'à présent l'objet d'aucune étude.

» A la surface du sol, les dépôts éocènes et miocènes imperméables des deux vallées de Saint-Étienne-en-Dévoluy et d'Agnières ont permis à deux petites rivières, la Souloise et la Ribière, de se créer un cours aérien pérenne. Mais, en dessous de ces dépôts tertiaires, ainsi que dans les flancs des montagnes qui les entourent, les crevasses de l'urgonien et du sénonien recèlent une active circulation d'eaux intérieures, pareille à celles de toutes les formations calcaires fissurées.

» Les fentes rocheuses du Dévoluy, ses cavernes, ses puits naturels, qui portent le nom local de *chouruns* (1), absorbent les pluies et les neiges fondues, exactement comme les *avens* des Causses et les *trichter* du Karst. En dehors de la zone tertiaire, toutes les ravines sont généralement à sec.

---

(1) D'après M. David Martin, ce mot dériverait de l'arabe *chourhun*, abîme.

» A l'extrémité nord du massif, un seul émissaire connu ramène au jour les eaux ainsi englouties, c'est la double source des *Gillardes*, créée par une disposition géologique et topographique analogue à celle qui a produit la fontaine de Vaucluse.

» Le jeu des plis synclinaux (¹) semble avoir infléchi le sous-sol du Dévoluy en *fond de bateau*, avec une inclinaison marquée vers le Nord; et au point même où la Souloise superficielle s'échappe du massif, par l'étroite et grandiose *cluse de la Baume*, un relèvement subit de calcaires argileux oxfordiens délivre les Gillardes des galeries souterraines qu'elles se sont creusées dans le crétacé sénonien.

» Tout pareillement le siphon de sortie de Vaucluse s'est établi entre l'urgonien fendillé et le néocomien marneux ou même la mollasse marine (²). La seule différence consiste en ce que les Gillardes ne sont pas des *sources ascendantes* à bassin siphonnant comme le Loiret, la Touvre, Vaucluse, le Shannon d'Irlande, l'Ombla de Raguse, etc., mais bien des *sources aveuglées*, c'est-à-dire filtrant à travers les interstices d'éboulis chaotiques, qui ont bouché l'issue de leurs aqueducs, comme à la Sorgues d'Aveyron, au Pêcher de Florac (Lozère), la Foux de la Vis (Hérault), la Bosna (Bosnie), etc. Les Gillardes, complètement impénétrables à l'homme, sextuplent instantanément le débit moyen de la Souloise.

» Du 31 juillet au 2 août 1896, j'ai visité, avec MM. P. Lory, Martin, Tabouret, Vésignié, L. Armand, etc., plusieurs de ces chouruns ou abîmes, dans lesquels on n'avait jamais tenté de descendre (³).

» Deux ont présenté un intérêt tout spécial. L'un situé à l'ouest du village d'Agnières, par 1740^m d'altitude, s'appelle le *chourun Clot*. C'est une glacière naturelle fort originale. Un entonnoir plein de neige, long à l'ouverture de 18^m et large de 4^m,50, mène, par une pente de 45°, à 25^m de profondeur, au bord d'un trou vertical de 15^m à pic et de 1^m à 2^m de diamètre. Ce puits, rempli de stalactites de glace, aboutit à une galerie inclinée de 15° à 50°, entièrement revêtue d'une épaisse couche de glace; au début, on peut descendre en taillant des pas, puis l'inclinaison devient telle qu'il faut se laisser glisser sur la glace au bout d'une corde. A 70^m de profondeur totale se trouve une petite salle que la glace ferme presque entièrement, ne laissant que d'étroites fentes où passe la main; au delà, un suintement d'eau dé-

---

(¹) Voir P. Lory, *Sur la Tectonique du Dévoluy* (*Comptes rendus*, 17 août 1896).

(²) Voir mes *Abîmes*, p. 559; Leenhardt, le *Mont Ventoux*, p. 185; Carte géologique au 80 000e, feuilles de Forcalquier et d'Avignon.

(³) Voir le récit détaillé de ces recherches avec plans et coupes, dans l'*Annuaire de la Société des touristes du Dauphiné* pour 1896 (sous presse, Grenoble).

nonce une prolongation, mais il faudrait démolir à coups de pioche l'épaisse banquise. Ce travail ferait peut-être découvrir d'autres galeries, conduisant vers le grand collecteur des Gillardes les eaux de fonte de cette glacière, que j'ai trouvée toute suintante de dégel à la température de $+0°,5$ C.

» Le second chourun, dit *chourun du Camarguier* ou de *Pré de Laup*, s'ouvre à côté de cinq ou six autres, au pied oriental du Grand Ferrand, par 1550^m d'altitude; son ouverture est une crevasse de 5^m de longueur sur $0^m,60$ à 1^m de largeur; l'intérieur (temp. $5°,5$ C.), excellent type d'abîme normal creusé par les eaux engouffrées, débute par un premier puits d'érosion de 32^m à pic. Un second puits conduit, à 55^m de profondeur totale, à une étroite lucarne impénétrable, par où les pierres jetées tombent au moins 20^m plus bas. Comme à Jean-Nouveau (Vaucluse), Combelongue (Aveyron), Hures (Lozère), etc., le pic et la pioche permettront seuls de connaître cet étage inférieur. Il recueille aussi les eaux de suintement infiltrées parmi les strates calcaires de la montagne, et les dirige certainement vers les Gillardes.

» Voilà donc deux gouffres, qui, assez exceptionnellement, ne sont pas, comme la plupart de leurs semblables, bouchés par les matériaux détritiques, et où des travaux d'élargissement présenteraient les plus grandes chances de succès.

» Il n'en est pas de même de *Tintarelle*, le chourun le plus redouté du Dévoluy, sur le plateau d'Aurouze. M. Vésignié y est descendu au mois de septembre et l'a vu complètement obstrué, à 50^m de profondeur, par les pierres et l'argile de transport.

» Le fameux puits jaillissant *des Bancs*, où nous n'avons pu pénétrer que de quelques mètres, sert tout simplement de trop-plein à l'une des veinules souterraines inconnues du Dévoluy; ses dernières *éruptions* datent de 1885 et 1891.

» Il est bien manifeste que les chouruns sont les drains alimentaires de la grande source de la contrée. La provenance élevée de l'eau des Gillardes est d'ailleurs prouvée par sa basse température ($6°,5$ C.), puisque, à 900^m d'altitude environ, elle n'est que d'un demi-degré plus chaude qu'une petite fontaine ($6°$ C.) située vers 1540^m d'altitude à côté du chourun de Pré de Laup [1]. Le problème hydrographique souterrain du Dévoluy reste exactement le même que pour tous les plateaux calcaires du monde, dépourvus d'eau courante à leur surface et dotés de puissantes sources à leur base. L'énigme n'est résolue que par en haut, pour les puits naturels seuls;

---

(1) Ce qui démontre une fois de plus que la température des sources ne correspond pas toujours à la température moyenne annuelle du lieu (voir *Comptes rendus*, 13 janvier 1896).

ce sont bien eux qui, en absorbant les pluies, vont constituer les rivières souterraines aboutissant aux grandes fontaines; l'autre partie du problème, la concentration de toutes ces veines capillaires en une seule artère, à l'image de la circulation du sang, de la sève des arbres et des cours d'eau aériens reste à résoudre presque partout.

» Mais les véritables *confluents* souterrains déjà reconnus à Bramabiau (Gard), à Marble-Arch (Irlande), aux cavernes d'Adelsberg (Autriche), etc., permettent dès maintenant de conjecturer comment cette concentration s'opère : exactement comme celle des ruisseaux, rivières et fleuves à la surface du sol. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Troubles trophiques consécutifs à la section des racines postérieures médullaires.* Note de M. **J.-P. Morat**, présentée par M. A. Chauveau.

« Dans une précédente Note, j'ai indiqué des faits physiologiques démontrant l'existence d'éléments nerveux *centrifuges* dans les racines *postérieures* médullaires. J'ai insisté sur les caractères un peu particuliers de la dégénération de ces éléments après section. Je désire aujourd'hui attirer l'attention sur des phénomènes de l'ordre *trophique* qui se produisent dans le champ de distribution de ces nerfs.

» Sur la face plantaire des orteils du membre correspondant aux racines sectionnées apparaissent, après un temps variable (rarement moins d'un mois) des ulcérations qui vont grandissant en largeur et en profondeur; il y a chute des poils, chute des ongles, épaississement des os, infiltration et induration du derme et du tissu conjonctif sous-cutané. Ces lésions rappellent celles décrites en clinique sous le nom de *mal perforant* du pied.

» La relation entre ces troubles, dits *trophiques*, et les altérations originelles des nerfs est connue depuis longtemps. On a même produit des observations de lésions des racines postérieures les ayant provoquées, et, dans ce cas, on a incriminé généralement l'altération du ganglion spinal. Mes expériences montrent clairement que cette condition n'est pas nécessaire. La section des racines ayant été faite entre le ganglion et la moelle, le nerf sensitif reste sain du côté de la périphérie. Les troubles trophiques de la peau ne sont donc pas une extension à celle-ci de la dégénération du nerf sensitif, pas plus, du reste, que de tout autre nerf. La condition de

leur apparition est à rechercher dans la paralysie fonctionnelle d'éléments nerveux dont la conductibilité a été interrompue; quels sont ces éléments?

» Contrairement à l'opinion, encore très en faveur, que ces troubles de la nutrition seraient liés à la perte de la sensibilité du membre innervé, il me paraît impossible de les rattacher à la paralysie des éléments sensitifs. Il n'y a, en effet, aucune concordance entre l'anesthésie et l'altération concomitante de la nutrition. L'anesthésie est immédiate, la déviation trophique est, au contraire, tardive. Les ulcérations se forment parfois sur des surfaces dont la sensibilité est intacte; bien plus, il m'est arrivé de les observer dans des régions qui étaient le siège d'une vive hyperesthésie, laquelle aurait dû pourtant être une protection plus que suffisante contre les traumatismes ordinaires, cause présumée de ces lésions.

» Mais, en plus des nerfs sensitifs, la section des racines postérieures interrompt, comme on l'a vu, la continuité d'un certain nombre d'éléments vaso-dilatateurs. Est-ce à la paralysie de ces derniers qu'il faut rapporter les altérations nutritives? Cette seconde explication n'a pas plus de valeur que la précédente. La circulation dans le membre n'est pas en souffrance, assurée qu'elle est par les vaso-moteurs (dilatateurs et constricteurs) qui procèdent de la région dorso-lombaire de la moelle par la chaîne du grand sympathique et vont rejoindre les gros troncs nerveux des plexus lombaire et sacré.

» Par voie d'exclusion, nous sommes conduit à admettre comme probable l'existence de nerfs centrifuges commandant directement aux tissus de la peau et gouvernant, sans appareil intermédiaire, le mécanisme intime encore si peu connu de la fonction de ceux-ci, nerf dont la paralysie amène, à la longue, l'altération de structure de ces tissus, comme celle des nerfs moteurs entraîne celle des muscles correspondants.

» Ces nerfs particuliers, dont l'existence a besoin d'être appuyée par des preuves plus directes que toutes celles fournies jusqu'ici, ne seraient cependant pas des nerfs *trophiques*, comme on les entend ordinairement, pas plus du reste que les nerfs musculo-moteurs ne sont trophiques ou doublés d'éléments trophiques distincts d'eux-mêmes. Ce sont simplement des nerfs fonctionnels qui étendent le champ d'action du système nerveux à des éléments anatomiques que l'on suppose, sans raison bien valable, devoir lui être soustraits. Les nerfs *sécréteurs* ont été niés tout d'abord en vertu de fin de non-recevoir de ce genre; puis ils ont été appelés, eux

aussi, des nerfs trophiques, avant de devenir les nerfs *moteurs glandulaires* que nous admettons aujourd'hui. Dans l'extension que nous tentons de donner au système nerveux, le pas qu'il reste à franchir est moins grand entre les épithéliums de revêtement et le tissu glandulaire qu'il n'était autrefois entre ce dernier et le tissu musculaire; mais l'expérience vraiment décisive, qui emportera la conviction, est encore à trouver. »

PHYSIOLOGIE. — *Influence du poids tenseur sur la chaleur dégagée par le muscle pendant la contraction.* Note de Mlle **M. Pompilian**, présentée par M. Marey (¹).

« Depuis les recherches de Heidenhain sur les muscles de grenouille, on sait, et le fait a été vérifié par d'autres physiologistes (Fick, Danilewsky, etc.), que, si l'on charge un muscle avec des poids de plus en plus forts, le travail mécanique et la chaleur dégagée pendant la contraction augmentent, et cela seulement jusqu'à une certaine limite au delà de laquelle ils diminuent et l'échauffement plus vite que le travail (Heidenhain, *Mechanische Leistung*, p. 141; 1864).

» Il n'en est pas de même chez les Homéothermes. Les recherches thermométriques faites sur le chien par Meade Smith (*Arch. f. A. und Phys.*, p. 105; 1881) et Lukjanow (*Arch. f. A. und Phys.*, p. 117; 1886) aussi bien sur des muscles à circulation intacte qu'anémiés, n'ont pas donné des résultats concordants; ces auteurs en concluent que la chaleur dégagée est indépendante du poids. M. Chauveau (*Comptes rendus*, t. CV, p. 300; 1887), dans ses recherches thermo-électriques sur le releveur de la lèvre supérieure du cheval, a vu que l'échauffement de ce muscle est plus grand quand il se contracte à vide, c'est-à-dire quand son tendon est coupé, que quand son tendon est intact.

» Nous avons repris l'étude des phénomènes thermiques de la contraction par la méthode thermo-électrique. Nos expériences ont été faites sur le cobaye chloralisé. Dans des conditions identiques d'excitation du nerf sciatique, les aiguilles se trouvant fixées dans les deux gastro-cnémiens, étant bien assurée que nul déplacement des aiguilles n'était possible, la

(¹) Travail des laboratoires de Physiologie et de Physique de la Faculté de Médecine de Paris.

sensibilité du galvanomètre étant presque toujours de 0°,00125 pour 1^{mm} de l'échelle, nous avons vu que :

» 1° *Dans le cas d'excitation neuro-musculaire directe, à mesure que le poids augmente, la chaleur dégagée va en diminuant.*

» Voici quelques exemples pris parmi beaucoup d'autres.

Durée de l'excitation : 15^s.

		Chaleur.
		cm
I.....	P = 0 gr	19,4
	P = 50	5,8
	P = 100	3,9

Durée de l'excitation : 15^s.

		Chaleur.
		cm
II....	P = 0 gr	14
	P = 50	3,2
	P = 0	7,2

Durée de l'excitation : 6^s.

III ...	P = 0	14
	P = 50	4,5
	P = 100	1,8
	P = 0	3,8

Durée de l'excitation : 30^s.

IV ...	P = 50	5,3
	P = 20	14,2
	P = 50	5

Température : 37°-38°.
Durée de l'excitation : 6^s.

V....	P = 550	1,6	(I = 15)
		2,3	(I = 10)
	P = 150	2,2	(I = 15)
		5,9	(I = 10)
	P = 50	14	
	P = 0	44	

Température : 30°-27°.
Durée de l'excitation : 6^s.

VI ...	P = 500	1
	P = 0	13,7
	P = 200	1,9
	P = 0	8,5
	P = 500	0,5
	P = 0	4,6

» Voici deux expériences faites immédiatement après la mort.

Durée de l'excitation : 6^s.

		Chaleur.
		cm
VII...	P = 100 gr	0,4
	P = 0	2,7
	P = 100	0,35
	P = 0	2,2
	P = 100	0,3

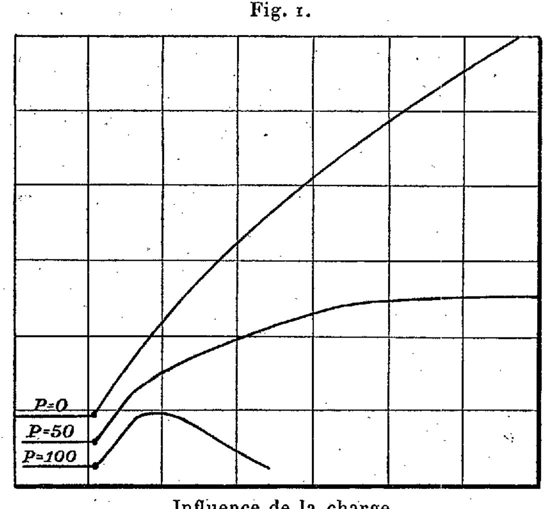
Durée de l'excitation : 6^s.

		Chaleur.
		cm
VIII..	P = 0 gr	3,4
	P = 100	0,8
	P = 0	2,5
	P = 300	0,5
	P = 0	1,75

» 2° Cette proportionnalité inverse ne se retrouve pas dans le cas de contraction réflexe. *Dans ce cas, la contraction est d'autant plus forte et la chaleur dégagée d'autant plus grande, que le poids à soulever est plus fort.*

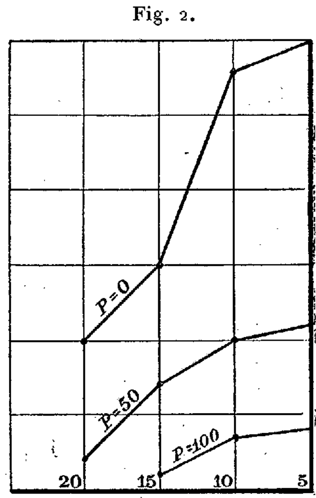
» *Il en est de même dans le cas de contraction volontaire*, comme d'ailleurs M. Chauveau l'a vu sur le muscle biceps (*Le travail musculaire et l'énergie qu'il représente*, p. 103).

Fig. 1.



Influence de la charge.

Fig. 2.



Influence de la charge et de l'intensité de l'excitation.
La hauteur des ordonnées représente le degré d'échauffement.
L'intensité de l'excitation est représentée sur l'abscisse par les chiffres 20, 15, 10 et 5; elle va en augmentant de 20 à 5.

» Dans ces deux cas, ce n'est plus *une excitation* de *même intensité* et d'*égale durée*, comme dans le cas d'excitation neuro-musculaire directe, qui détermine la dépense d'énergie dans le muscle, mais le *système nerveux* intervient et *proportionne*, par une action réflexe immédiate, l'*énergie dépensée* au *travail qui est à effectuer*. »

CHIRURGIE. — *Sur l'ancienneté du tatouage employé comme mode de traitement*. Note de M. **Fouquet** (du Caire), présentée par M. Lannelongue.

« Depuis bien des années, mon attention avait été attirée par des tatouages d'un aspect très particulier. Composés uniquement de lignes ou de points, placés dans les régions les plus variées et souvent les moins ap-

parentes, ils n'avaient aucun des caractères des tatouages que l'on observe habituellement et dont M. le professeur Lacassagne a fait et poursuit encore une si remarquable étude.

» Les malades interrogés cherchaient presque toujours à faire une réponse évasive ; je finis pourtant par savoir que ces raies et ces points étaient le fait d'un traitement presque toujours destiné à combattre, soit une périostite, soit l'inflammation chronique d'une séreuse, gaine de tendon ou articulation. Le plus souvent, sans autre résultat qu'une trace indélébile d'un traitement inutile. Trois fois seulement j'observai des lignes parallèles tatouées au creux épigastrique pour des affections chroniques de l'estomac; six fois deux larges points bleus ou noirs aux tempes, comme traitement de la migraine. Cinq fois des tatouages en forme de gril sur l'articulation du poignet ou sur les malléoles; une fois des points et des raies sur le genou d'une femme de cinquante-quatre ans, atteinte de rhumatisme chronique.

» La plus grande fréquence de ces pratiques chez les Coptes m'avait bien donné à penser qu'il s'agissait de la persistance d'un usage de l'ancienne Égypte, mais le hasard de mes recherches sur l'embaumement devait m'en donner une éclatante et irréfutable preuve, grâce à la momie d'une prêtresse d'Hator, la dame Ament, qui vivait à Thèbes sous la XIe dynastie, il y a cinq mille ans, et trouvée en 1891 par M. Grébaut, dans une tombe inviolée. Le corps est exposé au musée de Ghizeh, dans la salle XVI, sous le n° 115 [1].

» Cette intéressante momie fut développée par mes soins le 8 octobre 1891, avec l'aide de MM. Daressy, conservateur adjoint du musée, et Hervé Bazil, chef du service administratif.

» Lorsque la momie fut mise à nu, nous nous trouvâmes en présence d'une femme, jeune encore, d'une maigreur extrême, aux traits tirés et contractés, la bouche ouverte et tordue par la souffrance. Le ventre, creusé en bateau, porte, d'une façon très visible, trois séries de tatouages et de scarifications, ces dernières faites assez longtemps avant la mort pour avoir laissé des cicatrices apparentes se détachant en blanc sur le ton jaunâtre de la peau et formant une légère saillie :

» 1° Dans le creux épigastrique, un tatouage composé de trois lignes verticales et parallèles, formées de trois traits chacune;

» 2° Un peu au-dessous du nombril, un tatouage moins apparent formé de sept lignes entrecoupées, comme les précédentes, et longues de 5^cm environ;

» 3° Toute la région sous-ombilicale est recouverte de lignes courbes parallèles

---

(1) *Catalogue du Musée de Ghizeh*, p. 37; éd. 1892.

entrecoupées, à concavité supérieure, formées de tatouages et de scarifications plus apparentes sur les fosses iliaques qu'au voisinage de la ligne médiane et dépassant de $1^{cm},5$ environ le niveau des épines iliaques antérieures et supérieures.

» Ces petits traits, colorés en bleu foncé, ont la plus grande analogie avec les tatouages observés sur les Coptes de notre époque. Ils sont formés de points très rapprochés les uns des autres, les lignes colorées ayant sensiblement la même longueur que les espaces de peau saine qui les séparent. Leur examen chez la dame Ament ne peut laisser aucun doute dans l'esprit; il s'agit du traitement d'une affection du petit bassin et très probablement d'une pelvi-péritonite.

» N'est-il pas intéressant de constater presque sans variations, après une longue série de siècles, l'existence de cette pratique médicale. Sur quinze malades qui ont bien voulu répondre franchement à mes questions, sept étaient très affirmatifs et déclaraient en avoir ressenti rapidement les bons effets; six ne se rappelaient pas en avoir tiré un grand soulagement, deux enfin paraissaient regretter d'avoir dû subir ce traitement. Pour douze des malades, le traitement datait de la seconde enfance, c'est-à-dire d'une période de la vie dans laquelle la volonté des parents avait été dominante. Dix de mes sujets étaient des femmes. Ce sont des femmes aussi qui, le plus généralement, font l'opération. Elles traversent les quartiers indigènes en criant à haute voix leur industrie : « Faire les tatouages, » percer les oreilles et couper les clitoris. » La langue arabe, comme le latin, n'a point les pudeurs du français. — Malgré mes recherches sur les momies de femme, il ne m'a pas été possible de savoir si cette dernière opération était déjà pratiquée aux époques pharaoniques. On peut le supposer, car la circoncision, chez l'homme, existait déjà sous la IVe dynastie. »

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Appréciation médico-légale des lésions traumatiques et détermination de l'identité individuelle par les rayons* X. Note de M. **Foveau de Courmelles**, présentée par M. d'Arsonval.

« Un ouvrier couvreur, victime d'un accident dans l'exercice de sa profession, a pu, ces temps derniers, faire reconstituer sa lésion osseuse remontant à plus d'un an. La visibilité du cal et la forme des fragments rapprochés ont décelé l'infériorité professionnelle et lui ont permis d'actionner son patron en justice.

» Ce procédé de reconstitution des lésions osseuses, longtemps après l'accident, peut également être un moyen de reconnaître les individus dont on retrouverait, par suite de crimes ou de catastrophes, des membres isolés.

» L'âge des lésions et l'identité individuelle peuvent être ainsi révélés par les rayons X. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur les trois ascensions françaises de la troisième expérience internationale.* Note de MM. **Hermite** et **Besançon**.

« Dans ces trois ascensions, la première était la seule qui remplît les conditions arrêtées par la Commission internationale pour l'expérience du 13 mai 1897. Elle a été exécutée par nous, assistés des aéronautes attachés à notre établissement, le 13 mai dernier, à l'usine à gaz de la Villette, à $3^h 33^m$ du matin. Nous n'avions d'autre public que deux employés de la Compagnie du gaz et deux agents de police, qui nous ont aidés lors du lâcher-tout. Le vent était presque nul, le ciel absolument pur et la lumière de l'aube était déjà suffisante pour que les opérations aient pu être exécutées d'une façon très régulière. Cependant, au dernier moment, en retirant la corde de manœuvre, un des aides l'a laissé tomber de telle façon, que l'extrémité a frôlé le panier para-soleil et détaché une tranche verticale du papier argenté. Cet incident a nui considérablement aux observations thermométriques, en permettant aux rayons solaires de pénétrer dans le cylindre d'osier où les instruments sont suspendus.

» Outre le baro-thermographe situé dans le panier para-soleil, nous en avions disposé un semblable dans l'intérieur de l'aérostat, où il a donné des indications excellentes.

» La température, au départ, était de $+1°,5$, et cependant le ballon était couvert d'une couche de glace. La pression barométrique était très voisine de 760^{mm}. Le poids du matériel était de $52^{kg},5$. Le nombre de mètres cubes de gaz employés pour le gonflement a été de 458^{mc}, et la force ascensionnelle déterminée par une expérience directe a été de 312^{kg}, sans tenir compte du poids de glace formé par la radiation nocturne.

» D'après les formules, l'aérostat pouvait s'élever à la pression de 95^{mm} de mercure et nous avons obtenu, d'après l'enregistreur, une pression de 90^{mm} : cette bonification est due au délestage produit par l'évaporation de l'humidité accumulée sur l'enveloppe; cette pression correspondrait,

d'après la formule de Laplace, sans tenir compte des corrections, à une altitude de 17000^{m} en chiffres ronds.

» A 3^{h}45^{m}, temps moyen de Paris, l'aérostat a atterri sur le territoire de la commune de Castelletto-Villa, en Italie, dans les parages de Novare, à environ 600^{km} à vol d'oiseau de son point de départ.

» A peu près une demi-heure après l'atterrissage, il a été aperçu un peu à l'ouest de Crevacuore, à une altitude d'environ 1500^{m} en dessus de cette localité. Il venait probablement de passer au-dessus du mont Rose dont l'altitude atteint 4638^{m}. Cette direction est exactement celle de Paris et conforme aux observations faites à terre lors du départ. De la Villette, on l'a suivi à l'œil nu pendant une vingtaine de minutes. Il a commencé à se diriger au sud-ouest et on l'a vu se rapprocher progressivement de la direction du sud-est.

» Un peu avant l'atterrissage, lorsqu'il se trouvait à une centaine de mètres d'altitude, on l'a vu ramené très rapidement du côté de l'est sous l'influence d'un courant superficiel, provenant probablement d'une cause locale.

» Les paysans ont averti M. Antonio Motto, le syndic, qui, sortant de sa mairie, n'a eu que 300^{m} à parcourir pour arriver au point où le panier para-soleil était accroché dans les branches d'un arbre. M. Antonio Motto, connaissant parfaitement le français, a compris l'instruction et l'a suivie ponctuellement, de sorte que les instruments sont parfaitement intacts ainsi que le ballon.

» Après la première demi-heure de marche, le cylindre du baro-thermographe du panier para-soleil a subi un arrêt que nous attribuons à la congélation des huiles fournies par M. Richard. A ce moment, le thermomètre enregistrait — 44°C., température probablement beaucoup en dessus de celle de l'air, à cause de l'admission des rayons solaires due à la déchirure du papier argenté. Cet arrêt du cylindre n'a pas empêché le thermographe et le barographe de fonctionner comme appareils à minima; c'est ainsi que ce dernier a donné la pression de 90^{mm} signalée plus haut.

» Si nous examinons les diagrammes du barothermographe renfermé dans l'intérieur du ballon, nous voyons que la courbe barométrique est sensiblement pareille à celle du baromètre extérieur, mais elle est magnifique et n'a subi aucune interruption. Elle indique que le maximum d'altitude a été obtenu vers 8^{h} du matin. Cette courbe, qui est très curieuse et très régulière, note un point d'arrêt dans l'ascension, et ce point est suivi d'une réascension lente d'une très longue durée. C'est ce qui devait arriver

par suite de l'action des rayons du Soleil commençant à se produire à partir du moment où sa hauteur a été suffisante.

» La marche du thermomètre dans l'intérieur du ballon n'est pas moins intéressante à examiner.

» Au commencement de l'ascension, la température intérieure est sensiblement plus basse que la température extérieure, ce qui s'explique par la détente du gaz. Elle est tombée à $-60°$; puis, lorsque le ballon est arrivé à sa couche d'équilibre, la source de froid disparaît et le gaz se réchauffant d'une manière prodigieuse se maintient à $+28°$, tandis qu'en dehors la température doit être bien inférieure à celle que nous avons enregistrée d'une façon incomplète, par suite de la brèche pratiquée dans le papier argenté.

» Quoique les deux autres ascensions françaises ne fassent point partie du concours international, nous ne pouvons nous dispenser d'en dire quelques mots :

» Nous avons lancé une nouvelle fois l'aérophile en baudruche de 180^{mc} dont nous ne nous étions pas servis depuis plusieurs années. Parti à 4^h du soir, il atterrissait à Egreuil (Nièvre) à $6^h 40^m$, à 240^{km} S.-E. de Paris. La pression minima a été de $0^m,17$ de mercure et la vitesse moyenne de 90^{km} à l'heure. Un excellent thermomètre enregistreur a marqué $50°$.

» Trente-cinq minutes plus tard, on a lancé un petit aérophile de 40^{mc} qui est descendu, au bout d'une heure vingt-cinq minutes de voyage, à Dicy (Yonne), à 120^{km} S.-E. de Paris, ayant marché à raison de $84^{km},720$ à l'heure.

» Ce ballon portait un appareil triple, baro, thermo, hygromètre. Malgré un arrêt du mouvement d'horlogerie que, cette fois, on ne peut imputer au constructeur parce qu'on ne pouvait espérer qu'il atteindrait une altitude aussi élevée et l'on ne redoutait point la congélation de l'huile pour le graissage, il a donné des résultats fort intéressants. Il a donné une température de $-28°$ au point culminant de l'ascension (hauteur du baromètre 321^{mm}). La marche de l'hygromètre a constaté, comme on devait s'y attendre, une diminution rapide de l'état hygrométrique qui est tombé de $60°$ à terre à $32°,5$ au point culminant. Cet appareil a montré un accroissement homologue dans la phase descendante. La courbe offre d'autres particularités, sur lesquelles nous nous réservons d'appeler ultérieurement l'attention de l'Académie lorsque nous présenterons un travail d'ensemble. »

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce, à la suite de la Communication précédente, que M. le général Venukoff vient de recevoir, de Saint-Pétersbourg, une Lettre de laquelle il résulte que le ballon-sonde a été lancé à 11^h du soir, dans la nuit du 11 au 12 mai. Ramassé par des paysans le 12 dans la matinée à Wouoksa, en Finlande, au nord-ouest de Saint-Pétersbourg, il s'est élevé à 11000^m; le thermomètre marquait $-75°$ C.

M. **Abraham Netter** adresse à l'Académie une *Instruction pratique pour l'emploi de la poudre de camphre dans le traitement des plaies compliquées de pourriture d'hôpital,* Instruction qui résume une Note publiée par la *Gazette des Hôpitaux* (Paris, 1871).

M. **Resgoll** adresse, d'Odessa, un Mémoire « Sur les lois du mouvement de l'Univers ».

M. **Gaudet** adresse une Note sur la formation de l'acide acétique dans une pile à gaz.

M. **Chastrusse** transmet l'énoncé de plusieurs découvertes scientifiques dont il est l'auteur.

M. **Burgal** adresse une Note « Sur un moyen de supprimer une voie d'eau par l'extérieur d'un navire ».

La séance est levée à 5 heures.

J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 10 mai 1897.

Bulletin de la Société d'encouragement pour l'Industrie nationale, publié sous la direction des Secrétaires de la Société, MM. Collignon et Aimé Girard. Avril 1897. Paris, Chamerot et Renouard; 1 fasc. in-4°.

Traité général des projections, par EUGÈNE TRUTAT, directeur du Musée d'Histoire naturelle de Toulouse, etc. Tome I : *Projections ordinaires*. Paris, C. Mendel, 1897 ; 1 volume gr. in-8°.

Mémoires de l'Académie des Sciences, Belles-Lettres et Arts de Lyon. Sciences et Lettres, 3e série. Tome IV. Paris, Baillière et fils, 1896 ; 1 vol. gr. in-8°.

Annales de la Société d'Agriculture, Sciences et Industrie de Lyon. 7e série. Tome IV. 1896. Paris, Baillière et fils, 1897 ; 1 vol. gr. in-8°.

Revue maritime. Couronnée par l'Académie des Sciences. Tome CXXXII. Mars 1897. Paris, L. Baudoin ; 1 vol. in-8°.

Les Menhirs de Brunoy, par M. ÉMILE RIVIÈRE. Congrès de Bordeaux, 1895. (Extrait du *Bulletin de l'Association française pour l'avancement des Sciences*.) Paris, 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Le Menhir de Boussy-Saint-Antoine et nouvelles recherches à Brunoy, par M. ÉMILE RIVIÈRE. Congrès de Carthage, 1896. (Extrait du *Bulletin de l'Association française pour l'avancement des Sciences*.) Paris, 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Georges Pouchet, 1833-1894, par GEORGES PENNETIER, directeur du Muséum d'Histoire naturelle de Rouen, etc. (Extrait des *Actes du Muséum d'Histoire naturelle de Rouen*.) Fasc. VI. Rouen, J. Leclerc, 1897 ; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

L'emphysème sub-cutané aigu généralisé, par le Dr MELLO BARRETO. 1897. Saint-Paul (Brésil), Riedel et Lemmi ; 1 broch. in-8°.

Transactions of the American Society of Mechanical Engineers. Vol. XVI-XVII. New-York city, 1896 ; 2 vol. in-8°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 17 MAI 1897.

Contribution à l'étude micrographique des terrains sédimentaires, par LUCIEN CAYEUX, préparateur aux Écoles nationales des Mines et des Ponts et Chaussées, etc. Lille, Le Bigot frères, 1897 ; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Marcel Bertrand.)

Annuaire géologique universel, par L. CAREZ, Docteur ès Sciences. Avec le concours de M. A. PÉRON, pour l'Algérie et la Tunisie. Année 1896. T. XIII. Paris, 1897 ; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Gaudry.)

Cours supérieur de Manipulations de Physique, préparatoire aux certificats d'études supérieures et à la Licence, par M. AIMÉ WITZ, Docteur ès Sciences. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1897. (Présenté par M. Cornu.)

Œuvres mathématiques d'Évariste Galois, publiées sous les auspices de la

Société mathématique de France, avec une Introduction par M. Émile Picard, Membre de l'Institut. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1897; 1 fasc. in-8°. (Présenté par M. Émile Picard.)

Bulletin de la Société mathématique de France, publié par les Secrétaires. Tome XXV, n° 3. Paris, Gauthier-Villars et fils; 1 fasc. in-8°.

Mémoires de la Société zoologique de France pour l'année 1896. Tome IX. Lille, Le Bigot frères; 1 vol. in-8°.

Bulletin de l'Académie de Médecine, publié par MM. Bergeron, Secrétaire perpétuel, Cadet de Gassicourt, Secrétaire annuel. Séance du 11 mai 1897. Paris, Masson et Cie; 1 fasc. in-8°.

Revue scientifique. Directeur : M. Charles Richet. 4e série. Tome VII. 15 mai 1897. Paris, Chamerot et Renouard, 1896; 1 fasc. in-4°.

Bureau of statistics of labor of the State of New-York for the year 1895. vol. I-II. New-York, 1896; 2 vol. in-8°.

Ouvrages reçus dans la séance du 24 mai 1897.

Nouvelle étude sur les tempêtes, cyclones, trombes ou tornados, par H. Faye, Membre de l'Institut et du Bureau des Longitudes. Paris, Gauthier-Villars et fils; 1897; 1 vol. in-8°. (Présenté par l'auteur.)

Le terrain carbonifère marin de la France centrale, par A. Julien, Professeur à l'Université de Clermont-Ferrand. Paris, Masson et Cie, 1896; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Marcel Bertrand.)

Toxicologie africaine, par A.-T. de Rochebrune, Docteur en Médecine, Assistant au Museum, etc., précédée d'une préface de M. le professeur Brouardel, Membre de l'Institut. 2e et 3e fasc. Paris, O. Doin, 1897; 2 vol. in-8°. (Présentés par M. Edm. Perrier.)

Premier Catalogue des observations météorologiques faites en France depuis l'origine jusqu'en 1850, par Alfred Angot. Paris, Gauthier-Villars et fils; 1 brochure in-4°. (Présentée par M. Mascart.)

Maladies des plantes agricoles et des arbres fruitiers et forestiers, causées par des parasites végétaux, par Ed. Prillieux, Professeur à l'Institut national agronomique. Paris, Firmin-Didot et Cie; 2 vol. in-8°. (Présenté par M. Guignard.)

Laboratoire d'études de la soie, fondé par la Chambre de commerce de Lyon. Rapport présenté à la Chambre de commerce par la Commission administrative, 1895-1896. vol. VIII. Lyon, H. Rey, 1897; 1 vol. in-4°.

Notice sur les Travaux scientifiques de M. Alfred Angot, Professeur à l'In-

stitut national agronomique et à l'École des Hautes Études de la Marine. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1897; 1 vol. in-4°.

L'Anthropologie. Rédacteurs en chef : MM. Boule, Verneau. Tome VIII, 1897. n° 2. Paris, Masson et Cie; 1 vol. in-8°.

Nouvelles moyennes pour les principaux éléments météorologiques de Genève de 1826 *à* 1895, par Émile Gautier et Raoul Gautier, Directeurs de l'Observatoire. (Extrait des *Archives des Sciences physiques et naturelles*). Genève, Rey et Malavallon, 1897; 1 fasc. in-8°.

Transactions of the south african philosophical Society. Vol. VII. Part. 2, 1896; 1 vol. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 10 mai 1897.)

Note de M. *F. de Salvert*, Sur une formule d'Analyse relative à certaines intégrales de fonctions elliptiques, etc. :

Page 1008, au second terme du premier membre de l'équation (2), *au lieu de*

$$\int_g^k F_2\left(\frac{x}{k}, k\right) \dots dk,$$

lisez

$$\int_g^k F_1\left(\frac{x}{k}, k\right) \dots dk.$$

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 31 MAI 1897,

PRÉSIDENCE DE M. A. CHATIN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** annonce à l'Académie que, en raison des fêtes de la Pentecôte, la séance du lundi 7 juin sera remise au mardi 8.

ASTRONOMIE. — *Nouvelles études concernant l'histoire du sol lunaire.* Note de MM. **Lœwy et Puiseux**.

« Nous avons eu dernièrement l'honneur de présenter à l'Académie le second fascicule de l'*Atlas photographique de la Lune*, publié par l'Observatoire de Paris. Nous avons tenté, à cette occasion, d'énumérer et de décrire brièvement les principaux objets qui s'y trouvent représentés. Le but de cette deuxième Note est d'indiquer quelques points où les nouvelles feuilles nous semblent appelées à compléter utilement les anciennes et à jeter un jour nouveau sur l'histoire de la formation de l'écorce lunaire.

» Nous avions cherché précédemment à nous rendre compte de la densité de l'atmosphère qu'il est possible de concéder à la Lune. Cette densité étant très faible, il s'ensuit que la surface de notre satellite doit être aujourd'hui à une température basse, au moins au voisinage des pôles. Il y a donc lieu de se demander si elle n'est pas occupée par un revêtement de glace total ou partiel. La représentation plus complète de la région australe, qui nous est donnée par la *Pl. VI*, nous fait pencher pour la négative : c'est-à-dire que la présence d'accumulations de glace importantes doit être considérée comme improbable, aussi bien pour les calottes polaires que pour la zone équatoriale. On est ainsi amené à croire que toute l'humidité libre de la surface a dû disparaître, sans doute par pénétration dans l'intérieur du globe, avant que les régions polaires ne soient tombées d'une manière permanente au-dessous du point de congélation. Il nous semble assez facile de se rendre compte de cette grande capacité d'absorption de l'écorce lunaire pour les liquides. Le refroidissement de notre satellite, plus rapide que celui de la Terre, a abrégé la période de condensation des vapeurs. L'eau s'est infiltrée au fur et à mesure de sa formation dans les innombrables orifices volcaniques qui semblaient préparés pour la recevoir. La *Pl. VI* nous donne une idée de l'abondance de ces entonnoirs au voisinage du pôle, et l'on est porté à croire que la même constitution devait prédominer sur toute la Lune, antérieurement à la formation des mers.

» Les premières feuilles de l'*Atlas* nous ont offert en assez grand nombre des sillons rectilignes courant sans déviation à travers des aires montagneuses et soumis, dans chaque région, à une ou deux orientations principales, de manière à constituer une sorte de réseau. Nous avons vu que ces sillons pouvaient, à titre exceptionnel, être remplacés par des lignes saillantes, offrant la même disposition. Cette apparence devient, au contraire, très fréquente dans les *Pl. VI* et *VII*, qui font partie du présent fascicule. Nous y voyons l'indice d'une forte pression latérale, qui a obligé deux fragments de l'écorce, amenés en contact, à redresser leurs bords ou à empiéter l'un sur l'autre. Il est aisé de vérifier que les bourrelets ainsi formés par un accroissement local d'épaisseur ont opposé, par la suite, une barrière efficace à la formation et à l'expansion régulière des cirques. Nulle part, on ne peut mieux suivre leur tracé que dans la région australe, qui est la mieux conservée de toutes et n'a point participé aux affaissements généraux du reste de l'écorce.

» Ces affaissements, qui ont donné naissance aux mers, se révèlent par

des crevasses qui en délimitent à peu près le contour, et qui deviennent visibles pour nous dans des conditions favorables. La *Pl. VIII* montre un curieux exemple de parallélisme entre ces crevasses et les veines saillantes que l'on voit courir sur de grandes étendues à la surface des mers. Ce fait, rapproché de quelques autres, nous amène à considérer ces accidents, en quelque sorte inverses, comme ayant une commune origine.

» Enfin, nous observons dans les *Pl. IX* et *X* des régions montagneuses modelées sur le même plan que leurs voisines, offrant au point de vue du relief une continuité parfaite avec elles, mais s'en distinguant nettement par une teinte plus sombre. La situation de ces taches en bordure des mers nous donne lieu de croire qu'elles ont été occupées temporairement par des nappes liquides, et que celles-ci se sont retirées, avant de se solidifier, dans des limites plus restreintes. Il y aurait eu ainsi, dans la région inondée, changement de teinte sans altération appréciable du relief. Vu la grande sensibilité de la Photographie pour les différences d'intensité lumineuse, il ne semble pas impossible, avec son secours, de distinguer des périodes successives dans le retrait des mers de notre satellite, comme les paléontologistes l'ont fait avec succès pour notre globe.

» Toutes les variétés de cirques que nous avons rencontrées jusqu'ici possèdent des représentants dans ce second fascicule. Nous en voyons qui, comme Gassendi ou Eratosthène, montrent un intérieur accidenté, et où les mouvements du sol qui les ont amenés à leur état actuel ont partout laissé des traces bien visibles. D'autres, tels qu'Archimède ou Platon, ont été envahis par des épanchements intérieurs qui en ont exhaussé et nivelé le fond. Ailleurs, comme dans Stadius ou Guerike, le rempart a été rongé et partiellement détruit. Copernic et Aristillus, dont les enceintes s'élèvent notablement au-dessus des mers, offrent un intérêt exceptionnel par l'intensité du soulèvement dont ils paraissent avoir été le centre, par la violence et la longue durée des éruptions qui se sont produites dans leur enceinte, et qui ont modifié autour d'eux, dans un rayon très étendu, la couleur du sol.

» Si grande que soit la variété des caractères offerts par les cirques, ils ne suffisent pas toujours à nous éclairer complètement sur leur âge et leur origine. Nous ne sommes à même de constater dans chaque cas que le dernier terme d'une série de métamorphoses. L'état plus ou moins parfait de conservation des cirques est cependant un indice toujours précieux à recueillir. Les cirques éruptifs, doués de rebords élevés et de montagnes

centrales, ne peuvent guère être les témoins d'un âge très ancien. Cette intégrité relative est déjà une présomption en faveur d'une date plus moderne et d'autres indices viennent s'y ajouter. Nous voyons, par exemple, les formations saillantes, isolées au milieu des mers, offrir habituellement une grande régularité, comme si elles s'étaient créées dans une croûte rendue déjà plus homogène par des épanchements liquides. L'absence de cirques parasites sur leur contour paraît montrer qu'à l'époque de leur soulèvement l'apparition d'orifices volcaniques était déjà devenue chose exceptionnelle. La grande dépression de leurs plaines intérieures au-dessous du niveau environnant indique une solidification plus tardive que celles des mers. Les traînées blanches qui s'en échappent et se prolongent, en demeurant visibles, sur la surface des mers, désignent notamment Tycho, Copernic, Aristillus, comme ayant été le siège de fortes éruptions, alors que toutes les parties de notre satellite étaient fixées à leur niveau actuel.

» Les grandes enceintes affaissées en totalité, partiellement détruites ou comblées, ont chance de remonter plus haut dans le passé, par cela même qu'elles ont subi des modifications plus profondes. Les deux principales causes de ruine ont été pour elles la formation d'orifices parasites et l'envahissement de la cavité intérieure par les laves. La seconde cause est sans doute celle qui a produit les effets les plus intenses. Par elle, nombre de grandes enceintes sont arrivées à se confondre avec les mers et à ne plus posséder qu'une individualité obscure. Cette lente destruction, reconnaissable à tous ses degrés, nous autorise à considérer la majorité des cirques comme plus ancienne que les mers. Mais le rôle des actions éruptives locales a sans doute embrassé une période plus longue que l'épanchement des laves. L'abondance des petits orifices entourés d'auréoles blanches, aussi bien sur les plateaux élevés que sur le lit actuel des mers, nous fait envisager ces éruptions violentes comme un des phénomènes les plus persistants de l'histoire lunaire.

» Peut-être les traits linéaires de la surface de la Lune, bien négligés des sélénographes au profit des cirques, offriraient-ils, autant que ceux-ci, une base solide à l'établissement d'une chronologie. Nous mettrions en première ligne les bourrelets saillants, visibles notamment aux environs de Clavius, qui ont déterminé le contour polygonal des cirques et opposé une résistance presque invincible à tous les mouvements ultérieurs du sol. A côté d'eux se placeraient les sillons rectilignes de la région d'Albategnius, représentant, comme les bourrelets, des soudures plus ou moins

intimes, entre les fragments disjoints d'une écorce primitive, mais plus aisément interrompus ou masqués par des éruptions récentes. Les vallées spacieuses qui se rencontrent près d'Herschel, de Bode, en travers des Alpes, sont des sillons analogues, élargis par un mouvement de dérivation de l'un des fragments en présence. Les profondes crevasses rectilignes d'Ariadæus et d'Hyginus, progressivement amincies à leurs extrémités, indiquent des dislocations survenues dans une croûte déjà plus épaisse et plus cohérente. Les systèmes entrecroisés, comme ceux de Triesnecker et de Ramsden, révèlent l'influence antagoniste de la pesanteur et des soulèvements éruptifs. Les fissures parallèles qui courent à la limite des régions montagneuses correspondent aux affaissements successifs des régions occupées par les mers. L'obstruction de ces fissures par des épanchements de lave a donné à la plupart d'entre elles l'aspect de ces veines saillantes que l'on voit se ramifier à la surface des mers ou traverser la partie médiane de quelques grands cirques. Mais, parmi les crevasses concentriques aux mers, celles qui sont demeurées ouvertes ont dû accompagner les mouvements les plus modernes du sol.

» Si maintenant nous essayons de juxtaposer et de faire concorder ensemble ces deux ordres de faits parallèles, souvent associés, du reste, dans les mêmes régions de la Lune, nous serons ramenés par une voie un peu différente à la même chronologie que nous avons déjà indiquée comme la plus probable.

» Les sillons rectilignes, transformés en bourrelets par une forte pression latérale, ou, au contraire, en larges vallées par une disjonction graduelle, se rattachent tous pour nous à la première période, celle où l'écorce possède encore un certain degré de mobilité dans le sens horizontal.

» La seconde période est celle des efforts de soulèvement qui agissent sur des aires étendues, irrégulièrement délimitées. Alors commencent à se dessiner des massifs montagneux. Il y a peu de formes bien caractérisées que l'on puisse faire remonter à cette époque obscure de transition. Toutefois les régions élevées, pauvres en cirques, hérissées de scories dont l'accumulation s'est faite sans aucune régularité, peuvent donner une idée de ce que devait être alors l'aspect général de notre satellite. Le massif des Apennins est sans doute le vestige le plus considérable qui nous reste de cette époque. Nous voyons apparaître dans une troisième période des intumescences coniques, premiers linéaments de cirques. Ceux-ci acquiè-

rent leur physionomie actuelle par l'affaissement progressif et la submersion partielle de leur région centrale.

» La quatrième période, la plus grandiose et la plus durable dans ses effets, entraîne la destruction d'une grande partie du relief antérieur et donne à l'ensemble du globe lunaire un aspect très peu différent de celui que nous lui voyons aujourd'hui. Des affaissements, provoqués par la contraction générale du fluide intérieur, embrassent à la fois les vastes régions que nous désignons sous le nom de *mers* et font refluer à la surface, en nappes uniformes, d'immenses quantités de lave. Des plateaux montagneux se constituent à l'état de massifs isolés, et dans les intervalles une foule de sillons et de cirques disparaissent par submersion. On se fera une idée de l'importance du changement opéré en comparant les régions polaires et équatoriales, si dissemblables aujourd'hui, et qui, sans doute, offraient auparavant le même aspect.

» Les premiers traits nouveaux qui se montrent dans les plaines uniformes ainsi créées sont des crevasses qui suivent leurs bords et s'agrandissent avec les progrès de l'affaissement, jusqu'au jour où un nouvel épanchement de lave s'y fait jour, les obstrue ou les transforme en cordons saillants. Les fissures les plus récentes peuvent cependant demeurer ouvertes ou se révéler par la différence d'altitude qui existe entre leurs deux rives. Cette quatrième période ramène l'écorce lunaire à un état plus stable, dont il ne paraît pas possible actuellement de prévoir le terme. Toutefois, des éruptions locales se font encore jour à travers la croûte déjà solidifiée et remplissent la cinquième période. Dans les parties montagneuses, elles créent des orifices parasites, qui dégradent et rendent parfois méconnaissables les formations anciennes. Dans les mers, les forces volcaniques, obligées de traverser une croûte plus épaisse et plus homogène, provoquent l'apparition de cônes réguliers, ordinairement transformés en petits cirques par l'affaissement de leur centre. Quelques grandes formations, telle que Copernic, ont même pu apparaître de cette manière. Le plus grand nombre des cirques ainsi créés aux époques relativement récentes se distinguent par leur situation isolée au milieu d'une plaine, par la régularité de leur figure, par les auréoles blanches qui les entourent et qui témoignent d'éruptions violentes survenues dans le voisinage de leur centre.

» Ces inductions ne peuvent évidemment acquérir une force probante que si l'on a sous les yeux les objets dont il est question, ou tout au moins

leur image exacte. Lorsque Beer et Mädler firent paraître, en 1837, leur grand Ouvrage sur la Lune, ils se limitèrent au simple énoncé des faits. De leur propre aveu, ils ont cherché à éliminer de leurs descriptions tout ce qui aurait pu trahir une tendance théorique et favoriser certaines vues particulières concernant l'état actuel de la Lune et l'histoire de ses métamorphoses. Il nous a semblé que l'éditeur d'un document photographique n'était pas tenu à la même réserve. L'authenticité des faits sur lesquels il s'appuie peut être vérifiée d'une manière absolue. Mis en présence d'une reproduction fidèle et impartiale, le lecteur est en état de juger par lui-même et de se faire une opinion indépendante. Ce n'est pas lui manquer d'égards, mais faciliter sa tâche que de chercher à formuler les problèmes si variés que suggère l'examen de la Lune, de signaler les faits les plus curieux et les exemples les plus propres à déterminer le choix entre les diverses théories possibles. Nous avons tenté de le faire dans la Notice qui accompagne le second fascicule de l'Atlas et dont les lignes qui précèdent résument les idées principales. »

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Sur la désagrégation des comètes. Rôle de Jupiter à l'égard des comètes à courte période.* Note de **M. O. Callandreau.**

« Les découvertes mémorables de M. Schiaparelli et les travaux récents de M. Bredikhine ont familiarisé les astronomes avec le fait de la désagrégation des comètes. Tout le monde se rappelle la grande comète de 1882, qui a présenté, après le passage au périhélie, plusieurs noyaux dus sans doute à l'action du Soleil. Mais je désire insister surtout sur un fait important, mis en lumière dans les dernières années par M. Schulhof et auquel a conduit l'application répétée du *criterium* de Tisserand : on constate de plus en plus, parmi les comètes à courte période, l'existence de groupes qui paraissent provenir de la désagrégation de comètes, dans le voisinage de Jupiter, principalement vers l'aphélie de cette planète.

» Les recherches que j'ai l'honneur de résumer devant l'Académie ont eu pour objet d'apprécier, d'une manière générale, l'influence de la trajectoire décrite par le noyau et de mesurer, en quelque sorte, l'étendue de la sphère de stabilité de la comète aux différents points de son orbite, soit en présence du Soleil seul, soit lorsque Jupiter ajoute son action à celle du Soleil.

» A l'exemple de MM. Charlier et Picart, auxquels on doit d'avoir abordé

l'étude de la question sous le point de vue dynamique ([1]), il n'est tenu compte dans ce qui suit ni de l'action calorifique du Soleil, ni de la force répulsive. Une comète est assimilée à un essaim de particules de forme sphérique, la densité restant partout la même ou variant seulement avec la distance au centre de l'essaim. Lorsque les équations différentielles du mouvement d'une particule ne sont pas sous une forme telle que les conditions de stabilité puissent être trouvées sans faire d'hypothèse sur la nature de la trajectoire, le rayon limite d'une particule, que l'on suppose décrire une orbite très peu différente d'une circonférence, sert à définir la sphère de stabilité de la comète.

» Il va sans dire que pour faciliter les développements on n'a eu égard qu'aux termes principaux, comme il est d'usage dans une première approximation.

» I. La stabilité du mouvement d'une particule *intérieure* à l'essaim entraîne l'inégalité

$$\frac{\mu}{\mathrm{M}}\left(\frac{a'}{\rho_0}\right)^3 > 3 + 5e'^2,$$

a' et e' demi grand axe et excentricité de l'orbite de la comète ; M et μ produits des masses du Soleil et de la comète par la constante de l'attraction ; ρ_0 rayon de l'essaim.

» La valeur limite de ρ_0 diminue quand e' augmente. On en conclut que la forme elliptique de l'orbite facilite la désagrégation ([2]).

» II. Près de l'aphélie et du périhélie, la trajectoire elliptique du noyau, si elle n'est pas très aplatie, peut être assimilée à deux arcs de circonférences ayant le Soleil pour centre.

» Soient, en considérant le mouvement du noyau sur une circonférence,

r' la distance du noyau au Soleil ;
$n'r'$ sa vitesse ;
a le rayon limite de l'orbite d'une particule *extérieure ;*
M et μ les mêmes quantités que tout à l'heure.

([1]) Édouard Roche s'est occupé de la figure des comètes en ramenant la question à un problème de Statique, la matière de la comète étant assimilée à un fluide qui tend à prendre, à chaque instant, la figure avec laquelle il pourrait être en équilibre en vertu des forces appliquées. Après avoir exposé dans le tome IV du *Traité de Mécanique céleste* les travaux remarquables de Roche, et ceux plus récents de MM. Charlier et Picart, Tisserand a fait une comparaison des résultats.

([2]) *Comptes rendus,* 2 novembre 1896.

» On trouve

$$\sqrt{\frac{M}{\mu}\left(\frac{a}{r'}\right)^3} < \frac{2}{1 + 9\frac{M}{n'^2 r'^3}}.$$

» La distance du noyau au Soleil et sa vitesse de translation interviennent à la fois comme facteurs dans le résultat. De là suivent quelques conséquences :

» 1° La distance du noyau restant la même, l'étendue de la sphère de stabilité augmente avec la vitesse du noyau.

» 2° Le rapport des rayons des sphères de stabilité à l'aphélie et au périhélie est sensiblement égal à $\left(\frac{1-e'}{1+e'}\right)^{\frac{2}{3}}$.

» Le rôle des deux facteurs dont on parle : distance au Soleil du noyau et sa vitesse, apparaît aussi dans une Thèse intéressante récemment soutenue par le Dr W. Ebert (1). L'auteur étudie la stabilité d'un système tel que le système planétaire sous l'influence d'une étoile (de masse égale à celle du Soleil) arrivant dans le système en ligne droite et avec une grande vitesse; il trouve (p. 68) que l'action perturbatrice de l'étoile sur le système est proportionnelle au produit de la racine carrée de la distance périhélie par l'inverse de la vitesse.

» III. Pour évaluer l'influence combinée du Soleil et de Jupiter, on suppose que la planète garde sa position relative par rapport à la comète, qu'elle reste en conjonction; ce qui se rapproche de la réalité quand Jupiter et la comète sont en même temps près de leurs aphélies. Il faut alors multiplier le rapport des rayons des sphères, indiqué plus haut, par $\left[1 + \frac{m''}{M}\left(\frac{r'}{\Delta}\right)^3\right]^{\frac{2}{3}}$; $\frac{m''}{M}$ est le rapport de la masse de Jupiter à celle du Soleil; $\frac{r'}{\Delta}$ est le rapport des distances de la comète au Soleil et à Jupiter.

» Il suffit que la comète rase la sphère d'attraction de Jupiter, dont le rayon est les $\frac{3}{10}$ du rayon de l'orbite terrestre, pour que le facteur dépendant de $\frac{r'}{\Delta}$ prenne des valeurs assez grandes et que l'influence combinée du Soleil et de Jupiter pour désagréger la comète, près de l'aphélie, dépasse

(1) *In Wieweit kann ein Stern mit grösser Geschwindigkeit die Stabilität eines Planetensystems beeinflussen?* Stockholm, 1896.

notablement celle du Soleil près du périhélie; cela a lieu surtout si e' n'est pas grand.

» Ce résultat me paraît devoir être rapproché des constatations de M. Schulhof signalées au commencement de cette Note.

» IV. La condition de stabilité conduit, dans le cas d'une particule *extérieure*, à une limite supérieure de la combinaison $\sqrt{\frac{M}{\mu}\left(\frac{a}{a'}\right)^3} e'^2$, lorsqu'on prend constant le rayon a dans la portion de trajectoire considérée. C'est un résultat analogue à celui (I) indiqué plus haut.

» A l'égard de la méthode suivie, je me bornerai à dire que j'ai utilisé les mêmes procédés que dans un Mémoire *Sur quelques cas particuliers de commensurabilité des moyens mouvements* [1].

» Les remarques qui précèdent ne peuvent donner qu'un léger aperçu des circonstances que des observations prolongées et des calculs rigoureux mettront seuls en lumière. Il faut suivre les comètes « par le calcul » jusque dans la sphère d'attraction des planètes, en attendant que nos » instruments soient assez puissants pour observer les grandes perturba- » tions qu'elles éprouvent alors, non seulement dans leur route, mais dans » leur constitution physique [2]. »

HYDRODYNAMIQUE. — *Écoulement graduellement varié des liquides dans les lits à grande section; équations fondamentales.* Note de M. **J. Boussinesq**.

« I. La publication, par M. Bazin, de ses *Expériences sur la distribution des vitesses dans les tuyaux* [3], fournit en ce moment aux hydrauliciens les premières données précises, acquises à la Science, touchant l'établissement du régime uniforme à l'entrée et dans la première partie amont des lits cylindriques allongés où ce régime existe. En effet, dans ces expériences, faites sur un tuyau en ciment lissé de 80^{cm} de diamètre et 80^{m} de longueur, le mesurage des vitesses des filets fluides, à travers les trois sections situées au quart, au milieu ou aux trois quarts de la longueur, a permis de reconnaître que ces vitesses u étaient pareilles aux points homologues sur les

---

(1) *Annales de l'Observatoire de Paris, Mémoires*, t. XXII.

(2) Le Verrier, *Rapport sur l'Observatoire de Paris*, p. 27.

(3) *Mémoires présentés par divers savants à l'Académie des Sciences de l'Institut de France*, t. XXXII, n° 6; voir la page 14 du Mémoire.

deux dernières sections, entre lesquelles régnait par conséquent l'uniformité du régime, mais qu'elles étaient notablement moins inégales, du centre au contour, sur la première. Dans celle-ci, leur rapport à la vitesse moyenne U, aux distances r de l'axe exprimées par les fractions suivantes du rayon R,

$$\frac{r}{R} = 0, \quad \frac{1}{8}, \quad \frac{2}{8}, \quad \frac{3}{8}, \quad \frac{4}{8}, \quad \frac{5}{8}, \quad \frac{6}{8}, \quad \frac{7}{8}, \quad \frac{15}{16}, \quad 1,$$

avait respectivement les valeurs

$$\frac{u}{U} = 1{,}1205,\ 1{,}1190,\ 1{,}1065,\ 1{,}0970,\ 1{,}0825,\ 1{,}0570,\ 1{,}0120,\ 0{,}9295,\ 0{,}8600,\ 0{,}7500,$$

tandis que, plus en aval, dans la seconde moitié du tuyau, ce rapport était (en moyenne, avec des écarts de sens divers, pouvant aller, entre les deux sections considérées de cette moitié, jusqu'à 0,0125) :

$$\frac{u}{U} = 1{,}1675,\ 1{,}1605,\ 1{,}1475,\ 1{,}1258,\ 1{,}0923,\ 1{,}0473,\ 1{,}0008,\ 0{,}9220,\ 0{,}8465,\ 0{,}7415.$$

» L'uniformité emploie donc à s'établir une assez grande longueur, supérieure, comme on voit, à cinquante fois le rayon, dans le cas d'un tuyau circulaire à parois polies, puisque les vitesses n'y étaient pas réglées après un parcours de vingt-cinq diamètres; et il y a lieu d'étudier le régime graduellement varié qui règne, sur cette longueur, entre la première section amont où les filets fluides, ayant terminé leur rapide épanouissement consécutif à la contraction de l'entrée, sont désormais presque parallèles, sans courbure sensible, mais encore beaucoup trop rapides près de la paroi, beaucoup trop lents sur l'axe pour se conserver tels, et la section, relativement très distante, où même le filet le plus central a pris enfin toute sa vitesse, après s'être accéléré jusque-là à mesure que se ralentissait le fluide extérieur plus retenu par la paroi.

» Tel est le genre de régime graduellement varié, non considéré jusqu'ici dans les grandes sections ou dans les mouvements tourbillonnants, qui fera le principal objet de la présente étude. Toutefois, je rattacherai cette étude à la théorie générale, que je reprendrai d'abord, des autres modes d'écoulement graduellement variés, permanents ou non permanents, bien plus fréquents dans les cours d'eau découverts : savoir, de ceux où il se produit soit d'un point à l'autre de la longueur, soit sur place, des changements de section fluide et de vitesse moyenne, assez bien amenés pour laisser subsister partout, avec quelque approximation, la distribution des

vitesses caractéristique du régime uniforme, altérée seulement dans une mesure comparable à ces changements eux-mêmes. Leur théorie, très facilitée par l'emploi immédiat, qu'elle comporte, de la méthode des approximations successives à partir des formules du régime uniforme, a été indiquée, il est vrai, dès 1871 [1] et publiée *in extenso* dans un Mémoire de l'année suivante 1872 [2]; mais je lui ai trouvé depuis des simplifications et des compléments qui permettent d'en abréger beaucoup et d'en mieux synthétiser l'exposition.

» II. J'ai déjà donné la définition et les équations fondamentales des régimes graduellement variés, dans mon étude de l'année dernière sur l'écoulement tourbillonnant et tumultueux [3]. Les composantes transversales v, w de la vitesse moyenne locale V y sont assez petites, ainsi que les dérivées, par rapport à l'abscisse x ou au temps t, soit de la composante longitudinale u, soit de la section normale fluide σ, soit de la vitesse moyenne de débit U à travers cette section, pour que les produits de toutes ces quantités, entre elles ou par le petit coefficient ε du frottement intérieur, soient négligeables dans les équations du mouvement. De plus, les dérivées successives en x ou t des mêmes petites quantités sont d'ordres de grandeur de moins en moins sensibles, en sorte que l'on doit n'en tenir compte qu'à des degrés d'approximation de plus en plus élevés; et même la dérivée de ε en x, comparable au produit de ε par certaines des petites dérivées précédentes, peut être supposée nulle.

» III. Cela posé, les deux équations indéfinies du mouvement où figurent les deux très petites accélérations latérales v', w', se trouveront débarrassées, comme on a vu par mon étude de l'année dernière [4], des termes en ε; et elles exprimeront que la pression moyenne p varie, à l'intérieur de chaque section σ normale à l'axe des x, comme dans un fluide sans frottements, sa différentielle suivant un petit chemin $\sqrt{dy^2 + dz^2}$ y égalant sa valeur statique moins le produit $\rho(v'\,dy + w'\,dz)$.

» Celui-ci, par unité de longueur du chemin suivi, est, comme v' et w', du second ordre de petitesse; on pourra donc, à peu près toujours, le né-

---

(1) *Comptes rendus*, t. LXXIII, p. 34 et 101; 3 et 10 juillet 1871.

(2) *Essai sur la théorie des eaux courantes*, aux t. XXIII et XXIV du *Recueil des savants étrangers* ou des *Mémoires présentés* etc., §§ VI, IX, X, XI, XII, XXVI, XXXVI. Voir surtout le § XL, rédigé en 1873, et, au Tome XXIV, une *Addition*, p. 59.

(3) *Comptes rendus*, 22 et 29 juin 1896; t. CXXII, p. 1449 et 1517.

(4) *Comptes rendus*, t. CXXII, p. 1520.

gliger. Mais sa présence dans l'expression de dp entraîne évidemment la condition d'intégrabilité

$$\frac{dv'}{dz} - \frac{dw'}{dy} = 0. \tag{1}$$

» Ce sera une des équations indéfinies du problème; et il faudra, par conséquent, malgré l'extrême petitesse de ses termes, y avoir recours, sauf dans les deux cas simples de sections rectangulaires d'une grande largeur constante et de sections circulaires, où d'évidentes considérations de symétrie en tiendront lieu. Elle servira à déterminer les petites composantes transversales v, w de la vitesse, concurremment avec la condition de continuité ou de conservation des volumes fluides

$$\frac{dv}{dy} + \frac{dw}{dz} = -\frac{du}{dx}. \tag{2}$$

» IV. L'expression de p, ainsi formée pour l'époque actuelle t et à partir de l'*axe hydraulique* actuel où elle est appelée p_0, c'est-à-dire à partir du point où cet axe perce la section σ comprenant le point considéré (x, y, z), aura donc la partie *non hydrostatique* $-\int \rho(v'\,dy + w'\,dz)$, due aux forces centrifuges du fluide ($-\rho v'$, $-\rho w'$ par unité de volume) au moins dans la mesure où la vitesse V est normale au plan des yz ou de σ. Mais cette partie sera du second ordre de petitesse, et, dans la dérivée de p en x figurant au premier membre de l'équation indéfinie en u', elle ne fournira, par suite, que des termes du troisième ordre, négligeables, même quand on poussera jusqu'à la seconde approximation le calcul du régime graduellement varié. L'équation indéfinie principale de ce régime sera donc la relation (23) de ma Note du 29 juin 1896 (¹), ou, par suite, en prenant comme variables η, ζ les coordonnées homologues de y, z dans une section semblable à σ, mais de rayon moyen 1, la formule (25) de la même Note, savoir

$$\frac{d}{d\eta}\left[F(\eta,\zeta)\frac{d\frac{u}{u_0}}{d\eta}\right] + \frac{d}{d\zeta}\left[F(\eta,\zeta)\frac{d\frac{u}{u_0}}{d\zeta}\right] + \frac{k}{\sqrt{B_0}}\frac{\sigma}{\chi}\frac{I}{u_0^2} = \frac{k}{\sqrt{B_0}}\frac{\sigma}{\chi}\frac{u'}{g u_0^2}. \tag{3}$$

» Dans cette formule, I désigne la *pente motrice* actuelle, $F(\eta, \zeta)$ une fonction censée donnée pour chaque forme de la section et u_0 la vitesse u sur une génératrice convenue du fond, par exemple, sur la génératrice

(¹) *Comptes rendus*, t. CXXII, p. 1521.

équidistante des deux bords. Il s'y joint la condition (26) spéciale au contour de σ et qui est

$$(4) \qquad \text{(sur le contour)} \quad F(\eta, \zeta)\frac{d\frac{u}{u_0}}{d\nu} = -k\sqrt{B_0}f(\eta, \zeta),$$

$d\nu$ désignant toujours une petite normale menée au contour dans la section de rayon moyen 1, à partir de chaque point intérieur (η, ζ) infiniment voisin, et $f(\eta, \zeta)$ une fonction donnée sur tout le contour, généralement voisine de 1 le long du *contour mouillé* χ, mais *nulle* aux surfaces *libres*.

» On a vu d'ailleurs qu'il résulte de ces deux équations, pour déterminer la vitesse u_0 au milieu du fond, la formule notée (27), qui, en appelant $\mathfrak{M}f$ la moyenne des valeurs de $f(\eta, \zeta)$ le long du contour mouillé χ et, finalement, $\mathfrak{M}u'$ la valeur moyenne de u' sur toute l'aire σ, est

$$(5) \qquad B_0 u_0^2 \mathfrak{M}f = \frac{\sigma}{\chi}\left(I - \int_\sigma \frac{u'}{g}\frac{d\sigma}{\sigma}\right) = \frac{\sigma}{\chi}\left(I - \frac{\mathfrak{M}u'}{g}\right).$$

» V. Enfin, il a été démontré au même endroit : d'une part, que ces équations sont indépendantes du choix des axes rectangles des y et des z dans un plan parallèle à la section σ ; d'autre part, qu'elles déterminent complètement les vitesses u à travers celle-ci, dès qu'on y donne la pente motrice actuelle I et, en chaque point (y, z) ou (η, ζ), l'accélération longitudinale actuelle u'. Or cette dernière peut s'évaluer, sauf erreur de l'ordre des carrés ou produits qu'on néglige, en remplaçant la vitesse *longitudinale* u par la vitesse *totale* $V = \sqrt{u^2 + v^2 + w^2}$, ou en prenant ainsi l'*accélération tangentielle*, dérivée *complète* par rapport au temps (c'est-à-dire pour une même particule suivie dans son mouvement moyen local) de la vitesse V ; et l'on voit alors qu'elle est tout aussi indépendante des axes coordonnés que la pente motrice elle-même,

$$(6) \qquad I = -\frac{d}{ds}\left(\mathfrak{b}_0 + \frac{p_0}{\rho g}\right),$$

où $\mathfrak{b}_0$ est l'*altitude* et p_0 la pression moyenne sur l'*axe hydraulique actuel*, dont on considère l'élément ds compris entre la section σ proposée, qui lui a été menée normale, et une section voisine parallèle.

» En faisant idéalement la même substitution permise de V et V_0 à u et u_0 dans les premiers membres des formules (3), (4) et (5), ces équations auront, dans toutes leurs parties, une signification géométrique ou physique, indépendante des axes *généraux* de coordonnées que l'on pourrait

choisir ensuite pour étudier dans chaque cas le mouvement à toutes les époques; car les y, z, ou η, ζ, qui y figureront, seront des coordonnées locales propres à la section fluide σ menée, à l'époque t, normalement en un point donné quelconque de l'*axe hydraulique* tel qu'il est à ce moment, *c'est-à-dire de l'axe du tuyau* quand il s'agit d'un tuyau plein, *et d'une coupe longitudinale de la surface libre actuelle* quand il s'agit d'un cours d'eau découvert.

» Enfin, les vitesses et les accélérations, variant lentement d'un point à l'autre dans les sens parallèles ou presque parallèles à la direction moyenne de l'écoulement, ont sensiblement les mêmes valeurs et les mêmes dérivées en sens divers aux points correspondants de sections voisines σ, presque pareilles d'ailleurs, menées en un même endroit dans le fluide suivant des orientations un peu différentes, mais toutes à peu près normales aux vitesses V. Et l'on peut même y confondre des dérivées de u suivant des sens transversaux (des y ou des z) un peu différents, faisant entre eux des angles du premier ordre de petitesse, pourvu que ce soit dans des termes, provenant des frottements, où figurait d'abord le petit facteur ε, comme sont ceux en $F(\eta, \zeta)$ de (2) et de (3).

» Donc, si l'on prend, pour toutes les époques, un axe fixe des x suivant la direction moyenne de l'écoulement, et des axes des y et des z perpendiculaires, les quantités u, v, w, u', v', w' pourront, *également*, se rapporter à ces axes fixes et communs dans les formules (1), (2), (3), (4) et (5), où la pente motrice I sera la dérivée en x, changée de signe, de l'expression $\mathcal{E}_0 + \frac{p_0}{\rho g}$, mesurée le long d'un axe hydraulique généralement variable d'un instant à l'autre, mais dont les éléments ds ne feront avec l'axe des x que des angles ayant leurs carrés négligeables.

» VI. Si, après avoir divisé (3) et (4) par $k\sqrt{B_0}$, l'on élimine I de (3) par la relation (5), il vient, pour déterminer le mode de distribution des vitesses à travers la section σ, le système suivant d'équations, où nous avons pris comme inconnue la même fonction $\frac{1}{k\sqrt{B_0}}\left(\frac{u}{u_0} - 1\right)$ que dans le cas du régime uniforme [1] :

$$(7)\quad \begin{cases} \dfrac{d}{d\eta}\left(F\dfrac{d}{d\eta}\dfrac{u-u_0}{u_0 k\sqrt{B_0}}\right) + \dfrac{d}{d\zeta}\left(F\dfrac{d}{d\zeta}\dfrac{u-u_0}{u_0 k\sqrt{B_0}}\right) + \mathfrak{M}f = \dfrac{\sigma}{\chi}\dfrac{u' - \mathfrak{M}u'}{gB_0 u_0^2}, \\ (\text{au contour})\, F\dfrac{d}{d\nu}\dfrac{u-u_0}{u_0 k\sqrt{B_0}} = -f, \qquad (\text{au milieu du fond})\dfrac{u-u_0}{u_0 k\sqrt{B_0}} = 0. \end{cases}$$

[1] *Comptes rendus*, 6 juillet 1896, t. CXXIII, p. 7.

» Posons

$$(8)\qquad \frac{u-u_0}{u_0 k\sqrt{B_0}} = F_1(\eta,\zeta) + \frac{1}{gB_0 u_0^2}\frac{\sigma}{\chi}F_2(\eta,\zeta),$$

F_1 étant la fonction, déjà considérée, qui définit pour chaque forme de section la distribution des vitesses dans le régime uniforme et que détermine le système

$$(9)\qquad \begin{cases} \dfrac{d}{d\eta}\left(F\dfrac{dF_1}{d\eta}\right) + \dfrac{d}{d\zeta}\left(F\dfrac{dF_1}{d\zeta}\right) + \mathfrak{M}f = 0, \\ \text{(au contour) } F\dfrac{dF_1}{d\nu} = -f, \qquad \text{(au milieu du fond) } F_1 = 0. \end{cases}$$

» Les formules (7) deviendront évidemment, en F_2,

$$(10)\qquad \begin{cases} \dfrac{d}{d\eta}\left(F\dfrac{dF_2}{d\eta}\right) + \dfrac{d}{d\zeta}\left(F\dfrac{dF_2}{d\zeta}\right) = u' - \mathfrak{M}u', \\ \text{(au contour) } F\dfrac{dF_2}{d\nu} = 0, \qquad \text{(au milieu du fond) } F_2 = 0; \end{cases}$$

et il est clair que celles-ci, une fois l'accélération u' connue aux divers points (y, z) ou (η, ζ) de σ, détermineront complètement la fonction F_2, qui dépendra non seulement de η, ζ, mais aussi des autres quantités entrant dans u'.

» Quand la fonction F_2 sera ainsi trouvée, la relation (8) donnera, pour exprimer dans toutes les sections semblables le rapport de la vitesse u en un point quelconque à la vitesse u_0 au milieu du fond, la formule

$$(11)\qquad \frac{u}{u_0} = 1 + k\sqrt{B_0}F_1(\eta,\zeta) + \frac{k}{g\sqrt{B_0}u_0^2}\frac{\sigma}{\chi}F_2(\eta,\zeta). \text{ »}$$

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la liquéfaction du fluor.* Note de MM. **H. Moissan** et **J. Dewar**.

« Les propriétés physiques d'un grand nombre de composés fluorés minéraux et organiques faisaient prévoir théoriquement que la liquéfaction du fluor ne pouvait se faire qu'à très basse température.

» Tandis que les chlorures de bore et de silicium sont liquides à la température ordinaire, les fluorures sont gazeux et bien éloignés de leur point de liquéfaction. La différence est la même pour les composés organiques :

le chlorure d'éthyle bout à +12° et le fluorure d'éthyle à −32° (¹); le chlorure de propyle bout à +45° et le fluorure de propyle à −2° (²). Des remarques semblables avaient été indiquées antérieurement par Paterno et Oliveri (³) et par Vallach et Heusler (⁴). On peut rapprocher de ces faits les expériences de Gladstone sur la réfraction atomique (⁵).

» Enfin par certaines de ses propriétés, bien que le fluor reste nettement en tête de la famille du chlore, il se rapproche aussi de l'oxygène.

» L'ensemble de ces observations paraissait bien établir que le fluor ne pourrait que difficilement être amené à l'état liquide. L'un de nous avait démontré qu'à − 95°, à la pression ordinaire, il ne changeait pas d'état (⁶).

» Dans les nouvelles expériences que nous publions aujourd'hui, le fluor a été préparé par électrolyse du fluorure de potassium en solution dans l'acide fluorhydrique anhydre. Le gaz fluor était débarrassé des vapeurs d'acide fluorhydrique par son passage dans un petit serpentin de platine refroidi par un mélange d'acide carbonique solide et d'alcool. Deux tubes de platine remplis de fluorure de sodium bien sec complétaient cette purification.

» L'appareil à liquéfaction se composait d'un petit cylindre de verre mince, à la partie supérieure duquel était soudé un tube de platine. Ce dernier contenait, suivant son axe, un autre tube plus petit de même métal. Le gaz à liquéfier arrivait par l'espace annulaire, passait dans l'ampoule de verre et ressortait par le tube intérieur.

» Cet appareil était réuni, par une soudure, au tube abducteur qui amenait le fluor.

» Dans ces expériences, nous avons employé l'oxygène liquide comme substance réfrigérante. Cet oxygène était préparé par les procédés décrits

---

(¹) H. Moissan, *Propriétés et préparation du fluorure d'éthyle* (*Ann. de Chim. et de Phys.*, 6e série, t. XIX, p. 266).

(²) Meslans, *Comptes rendus*, t. CVIII, p. 352.

(³) Paterno et Oliveri, *Sur les trois acides fluobenzoïques isomères et sur les acides fluotoluidique et fluoanisique* (*Gazzetta chimica italiana*, t. XII, p. 85; 1882, et t. XIII, p. 583).

(⁴) Vallach et Heusler, *Annales de Liebig*, t. CCXLIII, p. 219; 1887.

(⁵) J.-H. Gladstone and G. Gladstone, *Refraction and dispersion of fluorobenzene and allied compounds* (*Phil. Mag.*, 5e série, t. XXXI, p. 1).

(⁶) H. Moissan, *Nouvelles recherches sur le fluor* (*Annales de Chimie et de Physique*, 6e série, t. XXIV, p. 224).

par l'un de nous, et ces recherches ont exigé la consommation de plusieurs litres de ce liquide (¹).

» L'appareil étant refroidi à la température d'ébullition tranquille de l'oxygène (— 183°), le courant de gaz fluor passait dans l'ampoule de verre sans se liquéfier. Mais, à cette basse température, le fluor avait perdu son activité chimique, il n'attaquait plus le verre.

» Si l'on vient alors à faire le vide sur l'oxygène, on voit, aussitôt que l'ébullition rapide se produit, un liquide ruisseler à l'intérieur de la petite ampoule de verre, tandis qu'il ne sort plus de gaz de l'appareil. A ce moment, on bouche avec le doigt le tube de sortie du gaz pour éviter toute rentrée d'air. L'ampoule de verre ne tarde pas à se remplir d'un liquide jaune clair possédant une grande mobilité. La couleur de ce liquide rappelle bien la teinte du fluor vu sous une épaisseur d'un mètre. D'après cette expérience le fluor se liquéfie aux environs de — 185°.

» Aussitôt que le petit appareil de condensation est retiré de l'oxygène liquide, la température s'élève et le liquide jaune entre en ébullition en fournissant un abondant dégagement de gaz présentant bien les réactions énergiques du fluor.

» Nous avons profité de ces expériences pour étudier quelques-unes des réactions du fluor sur les corps maintenus à très basse température.

» Le silicium, le bore, le carbone, le soufre, le phosphore et le fer réduit, refroidis dans l'oxygène liquide, puis projetés dans une atmosphère de fluor, ne deviennent pas incandescents. A cette basse température, le fluor ne déplace pas l'iode des iodures. Cependant, son énergie chimique est encore assez grande pour décomposer avec incandescence la benzine ou l'essence de térébenthine aussitôt que leur température s'élève au-dessus de — 180°. Il semble que l'affinité puissante du fluor pour l'hydrogène soit la dernière à disparaître.

» Enfin, il est une autre expérience que nous devons mentionner. Lorsque l'on fait passer un courant de gaz fluor dans l'oxygène liquide, il se produit rapidement un dépôt floconneux de couleur blanche qui ne tarde pas à se réunir au fond du vase. Si l'on agite le mélange et qu'on le jette sur un filtre, on sépare le précipité qui possède la curieuse propriété de déflagrer avec violence aussitôt que la température s'élève.

» Nous poursuivons l'étude de ce composé ainsi que celle de la liqué-

---

(¹) J. Dewar, *New researches on liquid air* (*Royal Institution of Great Britain*; 1896 et *Proc. Roy. Inst.*; 1893).

faction et de la solidification du fluor qui exigent encore de nouvelles expériences. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur le rôle que jouent les matières humiques dans la fertilité des sols.* Note de M. **Armand Gautier.**

« Une Note insérée dans un des précédents numéros des *Comptes rendus* (¹) m'oblige à revenir sur le rôle que jouent les matières humiques dans la fertilisation des sols et, en particulier, dans l'assimilation de l'azote, rôle qui ne paraît pas encore, à cette heure, avoir été bien compris.

» Dans un long Travail publié en collaboration avec M. R. Drouin (²), j'ai établi, en 1888, que l'humus et même l'acide humique préparé chimiquement avec le sucre et les acides, confère aux sols naturels, ou composés artificiellement de silice, calcaire et kaolin, ensemencés ou non de végétaux, la propriété de s'enrichir en azote assimilable. *Les sols nus pourvus de matières organiques, et ceux-là seulement qui en sont pourvus*, fixent l'azote, libre ou ammoniacal, de l'atmosphère, et la matière humique est une condition nécessaire de cette fixation (³). Nous avons montré aussi que, dans les sols ensemencés, la végétation constitue un mode de fixation de l'azote qui s'ajoute au précédent si ces sols sont munis de matière organique, et qui peut, jusqu'à un certain point, suppléer à celle-ci dans les sols qui n'en contiennent pas initialement. Avant que personne eût songé au rôle des algues dans la fertilisation des terres, nous avons montré que les algues monocellulaires, et certainement d'autres êtres aérobies, jouent un rôle dans la fertilisation du sol par fixation d'azote et que, quelle que soit l'origine de cet élément, il passe à l'état d'azote assimilable dans le sol pourvu d'algues et d'humus, et devient dès lors définitivement utilisable par les végétaux supérieurs (⁴).

» Cette fixation de l'azote par le sol lorsqu'il est muni à sa surface d'organismes monocellulaires et qu'il contient les microbes fixateurs de l'azote libre, conformément aux découvertes de M. Berthelot, et surtout le rôle

---

(¹) Voir, p. 1051 de ce Volume, la Note de M. J. Dumont.

(²) *Comptes rendus*, t. CVI, p. 754, 863, 944, 1098, 1174, 1232 et 1605; t. CXIII, p. 820.

(³) *Ibid.*, t. CVI, p. 866 et 1253; t. CXIII, p. 820.

(⁴) *Ibid.*, t. CVI, p. 1098 et 1174.

secondaire, mais nécessaire cependant, que jouent, dans ce phénomène, les matières humiques s'expliquent, pensons-nous, par un mécanisme très simple.

» Les algues, aussi bien que les microbes fixateurs d'azote, trouvent, dans l'humus du sol, et en général dans les substances organiques des fumures, un aliment qui permet leur développement rapide et, par conséquent, leur fonctionnement et leur efficacité sensible. Dans un sol dépourvu de toute matière organique chimique, mais qui contient cependant les organismes fixateurs de l'azote, ceux-ci ne peuvent arriver à se développer suffisamment et, par conséquent, ne peuvent enrichir continuement le sol en azote. De là, même en dehors des phénomènes d'oxydation, de nitrification et d'excitation des autres actions chimiques, ce rôle de la matière humique, reconnue depuis longtemps comme favorable par la plupart des agronomes, sinon des chimistes, mais dont l'absolue nécessité, aussi bien que le mode d'action indirect, sont restés douteux ou méconnus jusqu'à nos expériences.

» Je ne pense donc pas que ce soit surtout grâce à l'absorption directe par les végétaux des matières organiques, ternaires ou quaternaires, de l'humus que les sols doivent leur fertilité. Ce n'est point là le mécanisme principal par lequel les matières humiques des terres et du fumier fertilisent le sol arable; quoiqu'il soit impossible de nier, *a priori*, que quelques-unes des matières humiques du sol ne puissent être directement assimilées par les plantes. »

PHYSIOLOGIE. — *Recherches physiologiques sur le muscle* sphincter ani; *particularité offerte par son innervation et sa contraction réflexes.* Note de MM. S. Arloing et Edouard Chantre.

« I. Le muscle rouge à fibres striées qui entoure l'orifice terminal du tube digestif chez l'homme et les Vertébrés a fixé maintes fois l'attention des physiologistes.

» Depuis l'expérience de Marshull-Hall sur la tortue, on a particulièrement étudié la tonicité et la contractilité de ce muscle dans leurs rapports avec les centres réflexes et les centres volontaires, avec les centres dynamogéniques et inhibiteurs. Assez souvent, on a rapproché, dans la même étude, le sphincter de l'anus et celui de la vessie. Nous citerons principalement les travaux de Masius, Gluge, Brondgeest, Budge, Goltz, Chauveau,

Lauder-Bruton, Gianuzzi et Nawroski, Cayrade, Gowers, Féré, Courtade et Guyon.

» Les connaissances importantes que nous devons à ces auteurs, loin de résoudre toutes les questions, ont soulevé sur la physiologie des sphincters des problèmes dont il faut chercher la solution. Quoi qu'on ait fait jusqu'à ce jour, le sphincter continue à se présenter avec des caractères un peu exceptionnels. Sous ce rapport, une présentation de Goltz et Ewald, au Congrès international de Physiologie, tenu à Berne en 1895, est extrêmement suggestive. Ces deux expérimentateurs ont montré à leurs confrères une petite chienne sur laquelle ils avaient enlevé, depuis quelque temps, une partie de la région dorsale et toutes les régions lombaire et sacrée de la moelle épinière. Malgré la disparition du centre ano-spinal, l'orifice de l'intestin était maintenu fermé, l'expulsion des fèces était intermittente; le sphincter répondait aux excitations électriques directes, présentait même, bien qu'exceptionnellement, des mouvements rythmés; enfin, avait gardé à peu près son volume normal, contrastant avec tous les muscles du train postérieur qui, eux, étaient profondément atrophiés.

» Que deviennent, en présence de ce cas, un certain nombre des notions classiques sur ce muscle, soumis à la fois d'une façon si remarquable à l'influence des centres nerveux volontaires et involontaires?

» A partir du Congrès de Berne, nous avons compris la nécessité d'entreprendre de nouvelles recherches, en visant particulièrement les points négligés par nos prédécesseurs.

» Un muscle rouge volontaire, qui semble différer des autres muscles rouges volontaires, doit être étudié comparativement avec ces derniers. C'est la règle que nous avons suivie. Aujourd'hui, nous ferons connaître une des particularités principales de la contraction du sphincter; elle nous fournira des démonstrations intéressantes sur l'innervation de l'organe.

» II. Nos expériences comparatives ont porté sur le *sphincter ani* et le faisceau inférieur du muscle *court péronier latéral* du chien. La contraction de ces muscles était provoquée par l'excitation de leur nerf et enregistrée à l'aide de myographes à transmission. Le nerf du court péronier latéral forme un rameau isolé très facile à découvrir à la partie supéro-externe de la jambe. Celui du sphincter est associé à des fibres sensitives pour les téguments des régions anale et périnéale; il forme, sur quelques sujets, deux rameaux parallèles cachés profondément sous les muscles fessiers, à la face externe du ligament sacro-sciatique. Il faut être averti de la duplicité du nerf, afin de ne pas s'exposer à en laisser subsister une partie

lorsqu'on se propose une section complète. Il ne faut pas oublier non plus que ce nerf se répète du côté opposé, et que le sphincter, muscle impair et médian, apparaît comme s'il était formé de deux moitiés symétriques, arciformes, soudées bout à bout.

» Le myographe à transmission, utilisé pour enregistrer le raccourcissement du court péronier latéral était le myographe ordinaire. Quant à l'appareil qui nous a servi à recueillir les contractions du sphincter, nous en dirons quelques mots.

» Il se composait d'un *explorateur* cylindroïde, dont les parois étaient formées d'un tube de caoutchouc mince et souple, tendu sur deux pièces semi-olivaires fixées, l'une à l'extrémité, l'autre sur le trajet d'une tige creuse en laiton, percée de quelques trous à la hauteur de l'explorateur.

» La forme et les dimensions de ce dernier permettaient de l'introduire dans l'anus. Au dehors, la tige creuse se terminait par un récepteur composé d'un doigt de gant en caoutchouc mince enfermé dans un cylindre de verre, à la manière d'un sphygmoscope. Entre l'explorateur et le récepteur était branché à angle droit un tube élastique, par lequel on insufflait de l'air dans l'appareil, afin de tendre l'ampoule exploratrice et de la mettre en état de subir les moindres pressions résultant de la contraction du sphincter. Grâce à cette disposition, le tambour à levier, mis en rapport avec la cavité du cylindre de verre précité, travaillait sous la pression ordinaire, ce qui augmentait sa sensibilité et l'exactitude de ses indications.

» III. Les résultats ont varié suivant les conditions de l'expérience. Nous avons coupé les nerfs et agi sur le bout périphérique, mais tantôt le second nerf du sphincter était intact, tantôt il était également sectionné.

» Supposons le premier cas. En excitant le bout périphérique par de faibles courants induits de fermeture et d'ouverture très espacés les uns des autres, le court péronier latéral donne une secousse de forme classique (ligne ascendante presque verticale, sommet aigu, portion descendante un peu plus oblique que la première, regagnant promptement la position neutre ou indifférente); le sphincter répond d'abord par un faible resserrement, analogue à une secousse lente, et *ensuite par un resserrement plus considérable et plus prolongé qui se montre au moment où la ligne descendante de la secousse arrive vers la moitié de sa course*. Sous l'influence de courants induits plus forts, les réactions présentent plus d'amplitude, débutent avec plus de brusquerie, mais ne changent pas de caractère, c'est-à-dire qu'après la secousse initiale le sphincter présente un resserrement secondaire; seulement ce dernier suit la secousse de plus près. La succession des deux

phénomènes est d'autant plus rapide que l'excitation du nerf est plus vive. Quand le nerf commence à se fatiguer, le graphique reprend peu à peu l'aspect de ceux qui succèdent à des excitations faibles.

» Le tracé fourni par le sphincter, si différent de celui qui est donné par le court péronier latéral, nous a rappelé d'une façon générale les tracés myographiques obtenus chez la grenouille par l'excitation des nerfs non sectionnés. Nous en avons conclu qu'une influence centrale agissait consécutivement sur le sphincter.

» En effet, ayant coupé le nerf intact du côté opposé et renouvelé les excitations des bouts périphériques, nous avons obtenu de part et d'autre des réactions analogues; le resserrement secondaire du sphincter était supprimé.

» Nous en avons encore conclu que l'influence centrale était provoquée par une cause d'origine périphérique, et, en conséquence, que les nerfs du sphincter renfermaient des fibres centripètes capables d'être excitées par la contraction de l'organe ou les phénomènes qui l'accompagnent, et des fibres centrifuges.

» Il nous a été permis de démontrer directement la présence des fibres centripètes, par l'excitation du bout central d'un nerf, l'autre étant intact. Dans ces conditions, on provoque la contraction du sphincter, mais la secousse est unique, plus lente à se produire qu'après l'excitation du bout périphérique et analogue par ses caractères graphiques à la contraction secondaire signalée précédemment.

» Nous pouvions nous demander, malgré de nombreuses raisons contraires, si cette réaction secondaire ne se rattachait pas à la volonté. Nous avons répété nos expériences sur un chien dont la moelle était tranchée en arrière du bulbe; elles ont donné les mêmes résultats. Donc la réaction secondaire est bien liée à l'activité d'un centre médullaire. Il est intéressant, croyons-nous, de montrer que la réflectivité de ce centre est provoquée par la contraction du sphincter à peu près aussi bien et aussi sûrement que l'excitation mécanique des téguments de la région anale.

» Jusqu'à présent on n'avait pu prouver expérimentalement l'existence des nerfs musculaires centripètes que sur le cheval, grâce à des dispositions anatomiques exceptionnelles. Là, effectivement, le rameau sensitif destiné au muscle sterno-maxillaire et à la portion cervicale de l'œsophage est distinct du rameau moteur. Si, après l'avoir coupé, on en excite le segment central, on provoque la contraction réflexe (Chauveau). Désormais, toutes les espèces pourront fournir cette preuve. On ne trouvera pas toutefois

les fibres centripètes distinctes des fibres centrifuges; mais, grâce à la parité des nerfs du sphincter, en interrogeant les premières d'un côté, on verra la réaction motrice cheminer par les fibres centrifuges de l'autre. On verra, en outre, l'excitation d'un nerf centrifuge déterminer une contraction réflexe, phénomène qui n'avait pas encore été signalé, du moins à notre connaissance.

» En résumé, le muscle sphincter est relié à la moelle par deux branches nerveuses paires, comprenant chacune des neurônes centrifuges et des neurônes centripètes.

» Ces derniers puisent dans le muscle en contraction une excitation ordinairement capable de mettre en jeu le centre moteur réflexe de l'organe.

» Une contraction du sphincter entraînera donc une contraction subséquente plus ou moins prompte, plus ou moins énergique. Sous ce rapport, le sphincter diffère des autres muscles chez lesquels une secousse provoquée par l'excitation du nerf moteur n'entraîne pas de réaction apparente.

» Cette particularité nous rend compte de l'existence des mouvements spontanés rythmiques du sphincter signalés par Goltz et Chauveau.

» L'appareil sphinctérien peut fournir, chez tous les Mammifères, un excellent objet d'étude pour la démonstration physiologique des nerfs ceutripètes musculaires. »

M. Bouquet de la Grye annonce à l'Académie la perte qu'elle vient de faire en la personne de M. *Léopold Manen,* Correspondant pour la Section de Géographie et Navigation, et ajoute les paroles suivantes:

« M. Manen laisse dans la Marine le souvenir d'un hydrographe de grand mérite et d'un travailleur consciencieux.

» Au siège de Sébastopol aussi bien qu'à celui de Paris, dans les expéditions de Chine et de Cochinchine, partout il a mérité les éloges des commandants en chef. Sa mort presque subite à un âge peu avancé a surpris et contristé tous ceux qui le connaissaient. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission de deux Membres qui sera chargée de la vérification des comptes pour l'année 1896.

MM. **Maurice Lévy** et **Mascart** réunissent l'unanimité des suffrages.

RAPPORTS.

ÉLECTRICITÉ. — *Rapport sur les précautions à prendre dans l'installation des conducteurs électriques au voisinage des magasins à poudre.*

(Commissaires : MM. Berthelot, Cornu, Mascart, Lippmann, Deprez, Becquerel, Potier, d'Arsonval; Violle, rapporteur.)

« Par une lettre du 21 janvier 1897, rappelée par dépêche du 4 mai dernier, M. le Ministre de la Guerre demande à l'Académie de lui faire savoir les précautions qui doivent être prises dans l'installation des conducteurs d'énergie électrique au voisinage des magasins à poudre.

» L'Académie a été saisie autrefois de la question relativement aux fils télégraphiques, et, dans sa séance du 16 août 1858, elle a, sur un Rapport de Pouillet, formulé certaines règles que le Ministère de la Guerre a transmises aux directeurs des établissements de l'Artillerie, par une circulaire en date du 28 décembre 1858.

» Les progrès réalisés depuis cette époque dans le domaine de l'électricité, semblant nécessiter aujourd'hui une revision des dispositions alors adoptées, M. le Ministre de la Guerre demande particulièrement l'avis de l'Académie sur les points suivants :

» 1° Quelles modifications peut-on apporter aux dispositions de la circulaire du 28 décembre 1858, pour simplifier, dans la mesure du possible, l'établissement des conducteurs télégraphiques et téléphoniques dans le voisinage des magasins à poudre ou à explosifs ?

» 2° Quelles sont les dispositions à adopter, d'une façon générale, pour l'installation des conducteurs d'énergie électrique autres que les précédents, passant à proximité de ces magasins ?

» 3° Peut-on, sans inconvénient, assurer, au moyen de lampes à incandescence, l'éclairage des locaux composant les mêmes magasins?

» 4° Dans quelles conditions pourrait-on installer des sonneries électriques permettant aux factionnaires, qui gardent les magasins à poudre, de donner l'alarme aux postes dont ils dépendent, lorsque ces postes sont à grande distance des magasins? On peut admettre que les guérites de ces factionnaires sont toujours à une distance d'au moins 4 mètres de l'endroit où est déposée la poudre.

» Voici les réponses que la Commission soumet à l'approbation de l'Académie:

» 1° et 2° Il n'y a pas lieu de distinguer des conducteurs d'énergie électrique les conducteurs téléphoniques ou télégraphiques, qui, exposés à des coups de foudre, peuvent transmettre momentanément des quantités énormes d'énergie, et que l'on a vus aussi plus d'une fois amener par leur chute des enchevêtrements funestes. Les mêmes prescriptions doivent s'appliquer dans tous les cas.

» Une ligne transportant de l'énergie électrique ne constitue par elle-même aucun danger pour les objets qui ne sont pas situés dans son voisinage immédiat: une distance de 10 mètres paraît suffisante pour écarter tout risque.

» On ne laissera donc pas les lignes souterraines approcher à moins de 10 mètres des poudrières.

» La même distance de 10 mètres sera également imposée aux conduites d'eau ou de gaz, à cause des défauts possibles de conductibilité qui les rendraient dangereuses.

» Les lignes aériennes, exposées à être déplacées par diverses causes mécaniques ou météorologiques impossibles à éviter, devront être tenues à une distance plus grande, mais que l'on ne saurait définir simplement par un nombre. La véritable condition de sécurité sera, en effet, que la ligne ne puisse, en aucun cas, tomber dans le voisinage immédiat de la poudrière; ce qui dépendra pratiquement de la configuration du sol, de la hauteur et de la solidité des poteaux, de la fixité générale de la ligne. Cependant, une distance minimum de 20 mètres paraît devoir être exigée dans tous les cas.

» Mais le service des magasins à poudre réclame l'introduction de certaines lignes à côté ou dans l'intérieur même des locaux. Comment alors disposer les choses pour éviter autant que possible les accidents? C'est ce

que nous devons maintenant examiner suivant les questions 3° et 4°.

» 3° S'il est nécessaire d'éclairer artificiellement un local contenant des matières explosibles, le luminaire de beaucoup le moins dangereux, parmi tous ceux qui sont actuellement connus, est certainement la lampe à incandescence électrique. Les dangers que pourrait présenter ce mode d'éclairage seront singulièrement atténués, si le courant est amené par un câble souterrain; si, dans l'intérieur de la poudrière, les conducteurs sont constitués par des fils revêtus d'abord d'une couche isolante continue, d'épaisseur suffisante au point de vue électrique, protégés ensuite contre toute détérioration mécanique ou chimique par une enveloppe en métal étanche et résistante; si, en outre, les clefs ou boutons d'allumage, ainsi que les interrupteurs ou plombs fusibles, sont placés à l'extérieur des locaux. On aura d'ailleurs soin de ne faire usage que de courants à basse tension, en s'astreignant à ne pas dépasser 110 volts dans toute la distribution intérieure. On renoncera aussi absolument aux lampes mobiles, et l'on ne fera usage que de lampes fixes, protégées par une seconde enveloppe en verre.

» 4° Pour les sonneries électriques, qui n'emploieront jamais que de faibles courants et des fils de petit diamètre, et qui, d'ailleurs, d'après le programme qui nous est soumis, aboutiront à des guérites situées toujours à une distance d'au moins 4 mètres des poudrières, il n'y aura pas de précautions spéciales à prendre lorsque la ligne sera souterraine: cependant, en certains cas, un parafoudre dans la guérite pourrait ne pas être inutile. Si l'on emploie une ligne aérienne, dont on aura soin d'assurer la solidité, on la munira d'un parafoudre à chaque extrémité et de paratonnerres, analogues à ceux qu'emploie l'Administration des télégraphes, placés tous les 100 mètres sur les poteaux supportant la ligne. Bien entendu, les parafoudres et ces paratonnerres devront être établis, suivant les règles en usage, dans de bonnes conditions de communication avec le sol.

» D'après ce que nous venons de dire, la circulaire du 28 décembre 1858 devrait être modifiée comme il suit, quant aux trois prescriptions qu'elle édicte, relativement aux lignes téléphoniques ou télégraphiques (nous dirons relativement aux lignes quelconques de transmission d'énergie électrique).

» § 1. — N'admettre dans le voisinage des magasins à poudre que des lignes en parfait état d'installation. Rejeter toute ligne étrangère à 20 mètres au moins si elle est aérienne, à 10 mètres au moins si elle est souterraine. Imposer la même limite de 10 mètres aux conduites métalliques souterraines

(eau, gaz, etc.). S'astreindre, pour les lignes de service intérieur, aux précautions recommandées plus haut (3° et 4°).

» § 2. — Le paragraphe 2, d'ordre administratif, découle immédiatement de ce qui précède.

» § 3. — Le paragraphe 3 est inutile à maintenir.

» Nous proposons à l'Académie d'approuver ces prescriptions, qui assureront la sécurité des poudrières et donneront toute la liberté possible à l'Administration des télégraphes et à l'industrie privée. »

Les conclusions du Rapport sont mises aux voix et adoptées.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **R. Colson** soumet au jugement de l'Académie un Mémoire ayant pour titre : « Action du zinc et d'autres métaux sur la plaque photographique ».

(Commissaires : MM. Cornu, Mascart, Becquerel.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre des Affaires étrangères** transmet une invitation au Congrès géologique international de Saint-Pétersbourg que le Gouvernement russe a chargé M. le baron de Mohrenheim d'adresser en son nom à l'Académie des Sciences.

Ce Congrès s'ouvrira au mois d'août prochain sous la présidence de Son Altesse Impériale le Grand-Duc Constantin Constantinovitch. Des excursions géologiques seront organisées dans diverses régions de la Russie, du mois de juillet à la fin de septembre.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Un Ouvrage de M. *Ad. Minet* ayant pour titre : « Électrométallurgie, voie humide et voie sèche; phénomènes électrothermiques ».

M. **Ph. Hatt** prie l'Académie de vouloir bien le comprendre parmi les

candidats à la place laissée vacante, dans la section de Géographie et de Navigation, par le décès de M. *d'Abbadie*.

(Renvoi à la Section de Géographie et Navigation.)

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les équations aux dérivées partielles du second ordre, dont les deux systèmes de caractéristiques sont confondus.* Note de M. **E. von Weber**, présentée par M. Darboux.

« Soit

$$F(x, y, z, p, q, r, s, t) = 0 \tag{1}$$

une équation aux dérivées partielles du second ordre. Supposons que la relation

$$4RT - S^2 = 0 \ (^1) \tag{2}$$

soit une conséquence de (1); cette équation n'admettra qu'un seul système de caractéristiques défini par les relations

$$\left\{\begin{array}{l} dy = \Lambda dx, \quad dz = p + q\Lambda, \quad dp = r + s\Lambda, \quad dq = s + t\Lambda, \\ \left(\dfrac{dF}{dx}\right) + R\left(\dfrac{dr}{dx} + \Lambda\dfrac{ds}{dx}\right) = 0, \quad \left(\dfrac{dF}{dy}\right) + R\left(\dfrac{ds}{dx} + \Lambda\dfrac{dt}{dx}\right) = 0, \\ \Lambda = S : 2R. \end{array}\right. \tag{3}$$

» Nous nous proposons de chercher toutes les caractéristiques du troisième ordre passant par une caractéristique donnée du second ordre. Pour cela, nous tirons des équations

$$dr = u\,dx + v\,dy, \qquad ds = v\,dx + w\,dy, \qquad dt = w\,dx + \varpi\,dy$$

les valeurs des dérivées troisièmes u, v, w et les substituons, dans une (²) des équations définissant les caractéristiques du troisième ordre, par exemple dans la suivante :

$$\left(\frac{d^2F}{dy^2}\right) + R\left(\frac{dw}{dx} + \Lambda\frac{d\varpi}{dx}\right) = 0.$$

(¹) Nous employons les notations de M. Goursat (*Leçons sur l'intégration des équations aux dérivées partielles du second ordre*, Chap. IV).

(²) Goursat, *loc. cit.*, p. 182.

» On aura une relation de la forme

$$(4)\quad \overline{\omega}\left(-\mathrm{R}\frac{d\Lambda}{dx}-\Lambda\frac{d\mathrm{F}}{dp}+\frac{d\mathrm{F}}{dq}\right)+\mathrm{R}\frac{d^2t}{dx^2}+\mathrm{M}\left(\frac{dt}{dx}\right)^2+\mathrm{N}\frac{dt}{dx}+\mathrm{P}=0,$$

M, N, P étant des fonctions de $x, y, z, p, \ldots, t$. En cherchant de même les caractéristiques du quatrième ordre passant par une caractéristique donnée du troisième ordre, etc., on obtiendra une infinité d'équations de la forme

$$(5)\quad \begin{cases} \varepsilon_{n+1}\left(-\mathrm{R}\frac{d\Lambda}{dx}-\Lambda\frac{\partial\mathrm{F}}{\partial p}+\frac{\partial\mathrm{F}}{\partial q}\right)+\mathrm{R}\frac{d^2\varepsilon_n}{dx^2}+\ldots=0 \\ \left(\varepsilon_n=\frac{\partial^n z}{\partial y^n},\quad n=3,4,\ldots\right), \end{cases}$$

les termes non écrits dépendant de $x, y, z, p, q, \varepsilon_n, \frac{d\varepsilon_n}{dx}$ et, en outre, de r, s, t, $\overline{\omega}$, $\varepsilon_4, \ldots, \varepsilon_{n-1}$ et de leurs dérivées totales par rapport à x.

» Par suite, si l'on n'a pas identiquement

$$(6)\quad \mathrm{R}\frac{d\Lambda}{dx}+\Lambda\frac{\partial\mathrm{F}}{\partial p}-\frac{\partial\mathrm{F}}{\partial q}=0,$$

en vertu des relations (1), (3), une caractéristique du second ordre choisie arbitrairement appartiendra à une seule caractéristique du troisième, quatrième, ... ordre, c'est-à-dire à une seule surface intégrale de l'équation (1); ce qui a lieu, par exemple, pour l'équation $r=q$.

» Supposons maintenant que la relation (6) soit une conséquence de (1) (3). L'équation (4) donne

$$(7)\quad \mathrm{R}\frac{\partial^2 t}{dx^2}+\mathrm{M}\left(\frac{dt}{dx}\right)^2+\mathrm{N}\frac{dt}{dx}+\mathrm{P}=0.$$

» Donc, *l'ensemble des caractéristiques du second ordre appartenant à des surfaces intégrales non singulières ne dépend que de sept paramètres;* c'est le nombre de constantes arbitraires introduites par l'intégration du système (3) (7) d'équations différentielles ordinaires, en ayant égard à la condition (1). Les relations (5) montrent d'ailleurs que pour $n=3, 4, \ldots$ il y a une double infinité de caractéristiques d'ordre n, passant par une caractéristique donnée d'ordre $n-1$, de sorte que l'ensemble des caractéristiques d'ordre n, situées sur des surfaces intégrales non singulières, dépend de $2n+3$ paramètres. *Pour les équations* (1) *de cette catégorie, la solution du problème de Cauchy n'exige évidemment que l'intégration complète du système* (3) (7) *et de simples éliminations.*

» On peut, sans restreindre la généralité, supposer l'équation (1) ré-

solue de la manière suivante :

$$(8) \qquad -r+\varphi(x, y, z, p, q, s, t)=0;$$

la relation (2) devient

$$(9) \qquad 4\varphi_t+\varphi_s^2=0 \text{ (}^1\text{)}.$$

» Pour que la condition (6) soit remplie en vertu des relations (1)(3), il faut et il suffit qu'on ait identiquement

$$(10)\left\{\begin{aligned} 0=\varphi_{xs}-\frac{1}{2}\varphi_s\varphi_{ys}+\left(p-\frac{1}{2}q\varphi_s\right)\varphi_{zs}+\left(\varphi-\frac{1}{2}s\varphi_s\right)\varphi_{ps} \\ +\left(s-\frac{1}{2}t\varphi_s\right)\varphi_{qs}+\varphi_{ss}(\varphi_y+q\varphi_z+s\varphi_p+t\varphi_q)-\varphi_p\varphi_s-2\varphi_q.\end{aligned}\right.$$

» Les équations linéaires en r, s, t, appartenant à cette catégorie, sont identiques à celles dont les caractéristiques du premier ordre admettent trois combinaisons intégrables ([2]). L'équation (8) la plus générale, satisfaisant à la condition (9), s'obtient par l'élimination de α entre les deux équations

$$r+2As+A^2t+2B=0, \qquad \frac{\partial A}{\partial \alpha}s+A\frac{\partial A}{\partial \alpha}t+\frac{\partial B}{\partial \alpha}=0,$$

A, B désignant des fonctions de x, y, z, p, q, α. De la condition (10), on tire pour les inconnues A, B *trois* équations différentielles partielles du second ordre aux variables indépendantes x, y, z, p, q, α, dont l'intégration générale paraît assez compliquée, mais qui conduisent facilement à un grand nombre de solutions particulières. Si l'on prend, par exemple, $A\equiv\alpha$, on parvient à des équations de la forme (8), admettant un seul système de caractéristiques du premier ordre, mais ne rentrant pas, en général, dans la catégorie étudiée par M. Goursat ([3]). »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les systèmes de nombres complexes.* Note de M. E. CARTAN, présentée par M. E. Picard.

« 1. On sait qu'on appelle *système de nombres complexes d'ordre r*, dans le sens le plus habituellement attribué à cette expression, un système

---

([1]) On pose $\varphi_s=\frac{\partial\varphi}{\partial s}$, $\varphi_{xs}=\frac{\partial^2\varphi}{\partial x\,\partial s}$, etc.

([2]) *Voir* GOURSAT, *loc. cit.*, Chapitre II.

([3]) *Loc. cit.*, Chapitre IV, p. 208.

de nombres dont chacun est l'ensemble de r nombres ordinaires, réels ou imaginaires, rangés dans un certain ordre et sur lesquels on a défini les opérations fondamentales de l'*addition* et de la *multiplication*, la première opération étant *commutative* et *associative*, la seconde étant *distributive* et *associative*, mais pouvant ne pas être commutative. On suppose de plus possible en général l'opération inverse de la multiplication, ou, ce qui revient au même, l'existence d'un *module*, c'est-à-dire d'un nombre qui, multiplié à droite ou à gauche par un nombre quelconque du système, reproduit ce nombre.

» On peut toujours supposer, et d'une infinité de manières, que la somme de deux nombres $(x_1, x_2, \ldots, x_r)$ et $(y_1, y_2, \ldots, y_r)$ est le nombre $(x_1+y_1, x_2+y_2, \ldots, x_r+y_r)$, et que le produit des deux mêmes nombres est formé de r formes bilinéaires des x et des y. Cela permet de mettre un nombre quelconque sous la forme

$$x_1 e_1 + x_2 e_2 + \ldots + x_r e_r,$$

les x étant des nombres ordinaires et les e des nombres du système qu'on appelle *unités* et qui ne sont au fond que r nombres particuliers de ce système. La loi de multiplication est alors définie par les produits de ces unités deux à deux.

» On dit qu'un système σ est un *sous-système* de Σ si tous les nombres de σ font partie de Σ.

» On dit qu'un système Σ est *formé* de deux sous-systèmes σ_1 et σ_2 si ces deux sous-systèmes n'ont aucun nombre commun et de plus si tout nombre de Σ est la somme d'un nombre de σ_1 et d'un nombre de σ_2. On dit que le système Σ se *décompose* en ces deux sous-systèmes σ_1 et σ_2 si, en outre, le produit d'un nombre de σ_1 par un nombre de σ_2 est constamment nul.

» A ces définitions bien connues on peut ajouter les suivantes :

» Un sous-système σ de Σ est *invariant* si le produit, à droite ou à gauche, d'un nombre quelconque de Σ et d'un nombre quelconque de σ appartient à σ. Nous étendrons même cette définition aux sous-systèmes qui n'ont pas de *module*.

» Un système est dit *simple* s'il n'admet aucun sous-système invariant; il est dit *semi-simple* s'il se *décompose* en systèmes simples.

» 2. Étant donné un nombre x d'un système, l'équation qui a pour racines les nombres ordinaires ω, tels qu'il existe un nombre complexe y satisfaisant à la relation

$$xy = \omega y,$$

peut être appelée l'*équation caractéristique* du système. L'étude de cette équation m'a fourni des résultats très généraux que j'énonce rapidement :

» *Tous les systèmes simples rentrent dans un même type; ils sont d'ordre* p^2, p *étant un entier quelconque; on peut choisir les* p^2 *unités d'un tel système, de façon qu'en les désignant par* e_{ik}, *on ait*

$$e_{ij}e_{jk} = e_{ik} \qquad (i, j, k = 1, 2, \ldots, p),$$

les produits non écrits étant tous nuls.

» En ce qui regarde les systèmes qui ne sont ni simples, ni semi-simples, on peut énoncer un théorème très général, mais qui nécessite une définition préliminaire.

» Un système *sans module* est dit *pseudo-nul* si aucun nombre de ce système ne peut se reproduire par multiplication avec un autre nombre du même système; on peut démontrer qu'*on peut affecter chaque unité d'un système pseudo-nul d'un indice, tel que le produit de deux de ces unités ne dépende que des unités dont l'indice est supérieur à chacun des indices des deux premières.*

» On a alors le théorème suivant :

» *Tout système, qui n'est ni simple ni semi-simple, est formé d'un sous-système invariant pseudo-nul et d'un sous-système simple ou semi-simple.* Le sous-système invariant pseudo-nul est parfaitement déterminé et s'obtient, par exemple, en annulant les dérivées partielles du coefficient de ω^{r-2} dans le premier membre de l'équation caractéristique.

» Les systèmes, pour lesquels le sous-système semi-simple se décompose en sous-systèmes simples d'ordre 1, ont été appelés *intégrables* ou *systèmes sans quaternion* (les quaternions étant les systèmes simples d'ordre $2^2 = 4$). Si l'on appelle $e_1, e_2, \ldots, e_h$ les unités des sous-systèmes simples, et $\eta_1, \eta_2, \ldots, \eta_k$ celles du sous-système invariant pseudo-nul, on peut supposer ces dernières unités choisies de telle façon :

» 1° Que, pour chacune de ces unités, il existe deux nombres α, β, inférieurs ou égaux à h, constituant le *caractère* de cette unité, et tels que l'on ait

$$e_\alpha \eta = \eta e_\beta = \eta,$$

tous les autres produits $e_i\eta$, ηe_j étant nuls; le *caractère* de l'unité e_α est alors (α, α);

» 2° Que le produit d'une unité de caractère (α, β) par une unité de caractère (γ, δ) soit nul si β est différent de γ et soit de caractère (α, δ) si β est égal à γ;

» 3° Que le produit de deux unités η_i, η_j ne dépende que des unités η dont l'indice est supérieur à la fois à i et j.

» Ce théorème relatif aux systèmes intégrables est dû à M. Scheffers (1). D'ailleurs le choix *canonique* de ces unités est possible en général d'une infinité de manières.

» Les systèmes *non intégrables* ou *à quaternions* sont ceux pour lesquels le sous-système semi-simple se décompose en sous-systèmes simples, dont l'un au moins est d'ordre supérieur à 1. *On voit qu'ils contiennent des sous-systèmes simples d'ordre 4, c'est-à-dire des quaternions.* J'ai démontré à l'égard de ces systèmes le théorème *fondamental* suivant :

» *Tout système non intégrable* Σ *peut se déduire d'un système intégrable* Σ' *de la manière suivante :*

» *Imaginons qu'on ait choisi des unités canoniques* $e_1, e_2, \ldots, e_{r'}$ *pour ce système* Σ', *chacune d'elles ayant un caractère déterminé* (α, β). *Désignons par* $p_1, p_2, \ldots$, *des nombres entiers. Tout nombre de* Σ *pourra être regardé comme de la forme*

$$X_1 e_1 + X_2 e_2 + \ldots + X_{r'} e_{r'},$$

les X *étant, non des nombres ordinaires, mais des nombres complexes; le coefficient* X *d'une unité* e *de caractère* (α, β) *sera de la forme*

$$X = \Sigma x_{ij} \varepsilon_{ij} \qquad (i = 1, 2, \ldots, p_\alpha;\ j = 1, 2, \ldots, p_\beta),$$

où les x_{ij} *sont des nombres ordinaires arbitraires et les* ε_{ij} *des symboles soumis à la loi de multiplication*

$$\varepsilon_{ij} \varepsilon_{jk} = \varepsilon_{ik}, \qquad \varepsilon_{ij} \varepsilon_{kl} = 0.$$

Cela revient en somme à faire correspondre à chaque unité e *de caractère* (α, β) *de* Σ' *un certain nombre* $p_\alpha p_\beta$ *d'unités de* Σ *désignées par les symboles*

$$\varepsilon_{ij} e = e \varepsilon_{ij}. \text{ »}$$

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la convergence des substitutions uniformes.* Note de M. E.-M. Lémeray.

« I. Soit a un point racine de l'équation $fx - x = 0$, fx étant une fonction holomorphe au voisinage de a. Désignons par $f^n x$, la $n^{\text{ième}}$ itérative

(1) Scheffers, *Zurückführung complexer Zahlensysteme auf typische Formen* (*Math. Annalen*, t. XXXIX; 1891).

de fx ; par p un multiple de n ; par $a_1, a_2, a_3, \ldots$ les valeurs que prennent en a les dérivées de fx par rapport à x ; par $A_1, A_2, A_3, \ldots$ les valeurs que prennent en a les dérivées de la fonction $f^n x - x$ par rapport à la même variable. Une quelconque de ces dernières, A_i par exemple, est en général une fonction, que l'on sait former, de $a_1, a_2, \ldots, a_{i-1}, a_i$. Supposons que les p premières dérivées de $f^n x - x$ soient nulles en a, ce qui arrivera s'il existe entre les $a_1, a_2, a_3, \ldots$ certaines relations de condition. Cela posé, si l'on joint à ces dernières, supposées remplies, une nouvelle équation de condition, telle que la dérivée d'ordre $p+1$ de $f^n x - x$ s'annule en a, les dérivées d'ordre $p+2, p+3, \ldots, p+n$ de la même différence s'annuleront aussi en a. Autrement dit, pour que les p premières dérivées de $f^n x - x$ s'annulent pour $x = a$, il faut et il suffit qu'il existe, entre les $a_1, a_2, \ldots, \frac{p}{n}$ relations convenables.

» Soit, par exemple, $n = 2$, pour avoir $A_1 = 0$, $A_2 = 0$, il faut et il suffit que l'on ait

$$a_1 + 1 = 0.$$

» Si, de plus, l'on veut avoir $A_3 = 0$, $A_4 = 0$, il faut et il suffit que l'on joigne, à la relation précédente, la relation

$$3a_2^2 + 2a_3 = 0.$$

» Si l'on veut encore avoir $A_5 = 0$, $A_6 = 0$, il faut joindre, aux deux relations précédentes, la relation

$$2a_5 + 15a_2a_4 - 30a_2^4 = 0, \qquad \ldots.$$

» Soit encore $n = 3$. La relation

$$a_1 = e^{\pm\frac{2\pi}{3}\sqrt{-1}}$$

entraîne $A_1 = 0$, $A_2 = 0$, $A_3 = 0$. Jointe à celle-ci, la nouvelle relation

$$(3a_4 - 15a_2^3 - 2a_2a_3) + e^{\pm\frac{2\pi}{3}\sqrt{-1}}(3a_4 - 3a_2^3 + 14a_2a_3) = 0$$

entraîne $A_4 = 0$, $A_5 = 0$, $A_6 = 0$, ...

» II. On sait que la substitution $[x, fx]$ répétée indéfiniment fournit, pour une valeur donnée de x, des valeurs qui peuvent, dans certains cas, converger vers une racine a de l'équation $fx - x = 0$. Désignons encore par p un multiple de n, et considérons le cas où les p premières dérivées de $f^n x - x$ sont nulles pour $x = a$, la dérivée d'ordre $p+1$ de cette diffé-

rence étant supposée différente de o en ce point et égale à $\mathrm{R}e^{\omega\sqrt{-1}}$. Décrivons autour de a comme centre un cercle de rayon infiniment petit, ce cercle se décompose en $2p$ secteurs de même amplitude, ces secteurs sont alternativement régions de convergence, et régions de divergence pour la substitution considérée. Pour déterminer les secteurs de convergence, il suffit d'en connaître un; or l'un d'eux est compris entre les demi-droites qui font, avec la parallèle à l'axe réel menée par a, les angles

$$\frac{\frac{\pi}{2}-\omega}{n} \quad \text{et} \quad \frac{3\frac{\pi}{2}-\omega}{n}.$$

» III. Si la fonction fx satisfait à l'équation fonctionnelle

$$f^n x - x = 0,$$

il ne peut y avoir *a priori* convergence puisque après n itérations on retombe sur la valeur initiale. En effet, la première dérivée de $f^n x - x$ qui ne s'annule pas au point racine est d'ordre infini, le cercle se décompose en une infinité de régions de convergence et de régions de divergence alternatives, infiniment petites; on ne peut plus dire que x soit pris dans une région de convergence, ou dans une région de divergence. »

MÉCANIQUE. — *Sur les petits mouvements périodiques des systèmes.* Note de M. P. **Painlevé**, présentée par M. Picard.

« Dans le premier Tome de sa *Mécanique céleste* (p. 156-159), M. Poincaré a discuté sommairement les mouvements périodiques d'un système dans le voisinage d'une position d'équilibre. Dans son *Traité d'Analyse* (t. III, p. 180-185), M. Picard a donné à cette discussion une forme très simple. Mais les solutions périodiques ainsi mises en évidence peuvent être *réelles ou imaginaires*. De plus, la discussion, quand on l'approfondit, prête à une objection assez sérieuse, ainsi que je vais le montrer. Je me propose, dans cette Note, de lever ces difficultés : j'établirai notamment que, *dans le voisinage d'une position d'équilibre stable, il existe, en général, une infinité de mouvements périodiques réels.*

» Considérons le système différentiel

$$(1) \qquad \frac{dx_j}{dt} = a_{1,j}x_1 + a_{2,j}x_2 + \ldots + a_{n,j}x_n + \ldots \quad (j = 1, 2, \ldots, n),$$

où les seconds membres sont nuls et holomorphes pour

$$x_1 = x_2 = \ldots = x_n = 0.$$

Cherchons s'il existe des solutions périodiques d'*amplitude* aussi petite qu'on veut *et dont la période* ω *reste inférieure à une limite finie* (¹).

» La méthode de M. Poincaré montre que ω diffère très peu de $\frac{2m\pi}{\lambda}$, m désignant un entier et $i\lambda$ une racine de l'équation

$$(2) \qquad 0 = \Delta(s) \equiv \begin{vmatrix} a_{1,1} - s & a_{2,1} & \ldots & a_{n,1} \\ \ldots\ldots & \ldots & \ldots & \ldots \\ a_{1,n} & a_{2,n} & \ldots & a_{n,n} - s \end{vmatrix}.$$

» Admettons donc que l'équation (2) possède un couple de racines purement imaginaires $\pm i\lambda$, *qui soient simples*. Supposons de plus qu'aucune racine de (2) ne soit *nulle, ni égale à* $ip\lambda$, p désignant un entier plus grand que 1.

» En transformant linéairement les x et en changeant t en $\frac{t}{\lambda}$, on ramène le système (1) à la forme

$$(1)' \qquad \begin{cases} \dfrac{dx_1}{dt} = x_2, \qquad \dfrac{dx_2}{dt} = -x_1 + \ldots, \\ \dfrac{dx_j}{dt} = a_{3,j}x_3 + \ldots + a_{n,j}x_n + \ldots \qquad (j = 3, 4, \ldots, n). \end{cases}$$

» Si l'on exprime que pour $t = 2\pi + \tau$, les x_i reprennent leurs valeurs initiales x_i^0, on obtient n équations en $x_1^0, \ldots, x_n^0, \tau$, dont les $(n-2)$ dernières sont résolubles en $x_3^0, \ldots, x_n^0$, et dont les deux premières (une fois $x_3^0, \ldots, x_n^0$ remplacées en fonction de τ, x_1^0, x_2^0) ont la forme

$$(3) \qquad \tau(x_2^0 + \ldots) + P(x_1^0, x_2^0) = 0,$$

$$(4) \qquad \tau(x_1^0 + \ldots) + Q(x_1^0, x_2^0) = 0,$$

P et Q commençant par des termes du second degré, au moins en x_1^0, x_2^0. Les deux courbes (3) et (4) du plan x_1^0, x_2^0 ont pour $\tau \neq 0$ une intersection *simple* à l'origine, et pour $\tau = 0$ une intersection *multiple*. Le point essentiel de la méthode, c'est que les deux courbes (3), (4) ont *par suite*, pour τ voisin de zéro, des points communs (réels ou imaginaires) voisins de l'origine. Mais (et c'est cela l'objection que je signalais) *la chose n'a pas*

(¹) La discussion n'apprend rien sur les solutions périodiques, dont la période croît indéfiniment lorsque l'amplitude tend vers zéro.

lieu nécessairement, comme le montre l'exemple

$$\tau x + x^2 - y^2 = 0, \quad \tau y + x^2 - y^2 = 0.$$

» Pour lever l'objection, j'établis que P et Q (s'ils ne sont pas nuls identiquement) commencent respectivement par un terme de la forme $ax_2^0(x_1^{0^2} + x_2^{0^2})^p$, $bx_1^0(x_1^{0^2} + x_2^{0^2})^p$, et que, par suite, (3) et (4) ont une courbe commune de la forme

$$(5) \qquad \tau(1 + \ldots) - g(x_1^{0^2} + x_2^{0^2})^p + \ldots = 0,$$

g désignant une constante numérique ($\mu = 1$ en général). *Pour les petites valeurs de τ du signe de g, la courbe (5) est réelle.*

» Ne regardons pas comme *distincts* deux mouvements qui se déduisent l'un de l'autre en augmentant t d'une constante; nous pouvons énoncer ce théorème :

» *Le système* (1)′ *admet une infinité de solutions périodiques réelles et distinctes dépendant d'une constante arbitraire; suivant les valeurs des coefficients de* (1)′, *ces solutions ont toutes une période un peu plus grande que* 2π, *ou un peu plus petite que* 2π, *ou égale à* 2π.

» Si l'on étudie maintenant les solutions de (1)′ dont la période est voisine de $2m\pi$, on trouve *les mêmes* que plus haut, à moins que l'équation $\Delta = 0$ n'admette une racine de la forme $\frac{ip}{m}$.

» Conclusion. — *Si l'équation $\Delta = 0$ admet des racines purement imaginaires qui soient toutes simples et n'admet aucune racine nulle, le système* (1) *possède une infinité de solutions périodiques réelles et distinctes qui diffèrent peu de la solution $x_1 \equiv x_2 \equiv \ldots \equiv x_n = 0$.*

» D'une façon précise, à toute racine simple $i\lambda$ de l'équation $\Delta = 0$ telle qu'aucune autre racine ne soit de la forme $ip\lambda$ (p désignant un entier positif) correspond un faisceau de solutions périodiques, réelles et distinctes, dont la période diffère peu de $\frac{2\pi}{\lambda}$.

» Si les équations (1) définissent le mouvement d'un système S dans le voisinage d'une position d'équilibre *stable*, toutes les racines de $\Delta = 0$ sont purement imaginaires ou nulles. Si ces racines sont distinctes et différentes de zéro, le théorème précédent s'applique.

» Un cas où $\Delta = 0$ a une racine nulle et qui se rencontre souvent en Mécanique est le suivant : soit (pour fixer les idées) S un système qui dépend de trois paramètres x, y, z; supposons que la force vive et la fonc-

tion de forces U ne renferment pas z explicitement. Il convient alors de regarder comme *périodique* tout mouvement tel qu'au bout d'un temps fini, x, y, x', y', z' reprennent leurs valeurs initiales, z ayant augmenté d'une constante h. Les mouvements pour lesquels h est nul seront les mouvements périodiques *proprement dits*. Ceci posé, j'admets que $U(x, y)$ soit maxima pour $x = 0, y = 0$ et qu'il existe une intégrale première de la forme $z' = F(x, y, x', y', z', a)$ où F est nul et holomorphe pour $x = y = x' = y' = a = 0$.

» Je montre qu'il existe alors en général une infinité de mouvements périodiques, réels et distincts, dépendant de deux constantes arbitraires, dont une infinité (à une constante arbitraire) de mouvements périodiques proprement dits : dans ces mouvements, x, y, x', y', z' restent voisins de zéro. Ce théorème s'applique notamment *au mouvement d'un solide pesant fixé par un point : il existe une infinité de mouvements périodiques réels dans lesquels le centre de gravité du solide* G *reste très voisin de sa position la plus basse* (en particulier, dans lesquels G décrit un petit cercle autour de la verticale).

» Le seul cas où la discussion soit en défaut, c'est (en outre des cas d'Euler et de Lagrange) le cas où l'on a $\eta = 0$, $\frac{\zeta}{\xi} = \sqrt{\frac{A(B-C)}{C(A-B)}}$, ξ, η, ζ désignant les coordonnées de G par rapport aux axes d'inertie et A, B, C les moments principaux d'inertie ($A \geqq B \geqq C$). »

MÉCANIQUE. — *Sur le rendement des engrenages.* Note de M. **L. Lecornu**, présentée par M. H. Léauté.

« Dans le fonctionnement d'un engrenage quelconque, le frottement intervient de deux manières : d'une part, au contact des dents en prise; de l'autre, à la surface des tourillons tournant dans leurs coussinets. Les divers auteurs, tels que Poncelet, Coriolis, Combes, Resal, etc., qui ont étudié la question, ont volontairement laissé de côté le frottement des tourillons pour ne s'occuper que de celui des dents. Mais on ne peut ainsi se faire une idée exacte de la valeur économique d'une transmission. En effet, la réaction des dents, intimement liée à leur forme, influe sur la pression et, par conséquent, sur le frottement des tourillons. On n'a donc pas le droit d'admettre *a priori* que deux transmissions différant uniquement par la forme de la denture consomment aux tourillons des quantités de travail équivalentes.

» Cette critique a été formulée en 1886, dans l'*American machinist*, par M. Smith, qui n'a d'ailleurs pas cherché à soumettre la chose au calcul. En reprenant la question à ce point de vue, j'ai obtenu un résultat bien simple. Considérons un engrenage plan extérieur, formé de deux roues, dont l'une est actionnée par un couple moteur, tandis que l'autre doit surmonter l'effort d'un couple résistant. Les deux mouvements de rotation étant supposés uniformes, on sait que le travail perdu s'estime, abstraction faite du frottement des tourillons, par une formule où figure, entre autres éléments, la longueur p de la ligne joignant le point de contact des dents en prise avec le point de contact des circonférences primitives. Ceci posé, *pour tenir compte du frottement des tourillons, il suffit, dans la formule usuelle, d'ajouter à la longueur p le rayon ρ des tourillons.*

» Cet énoncé suppose que les tourillons des deux roues ont mêmes diamètres et que les coefficients de frottement sont partout les mêmes. Si cette condition n'est pas remplie, appelons R_1 et R_2 les rayons des circonférences primitives, ρ_1 et ρ_2 ceux des tourillons correspondants, i_1 et i_2 les angles de frottement de ces tourillons, i l'angle de frottement des dents. Il faut alors, dans la formule usuelle, remplacer $\frac{p}{R_1}$ par $\frac{1}{R_1}\left(p + \frac{\sin i_1}{\sin i}\rho_1\right)$ et $\frac{p}{R_2}$ par $\frac{1}{R_2}\left(p + \frac{\sin i_2}{\sin i}\rho_2\right)$.

» Pour un engrenage intérieur, la même règle s'applique en changeant simplement le signe de celui des deux rayons, ρ_1 et ρ_2, qui correspond aux tourillons de la grande roue.

» J'ai étudié également le cas des engrenages coniques. Si l'on appelle α_1 et α_2 les angles que forment les axes des deux cônes primitifs avec la génératrice de contact, φ l'angle formé par cette génératrice avec la ligne de contact des dents, et si l'on néglige d'abord le frottement des tourillons, les rapports $\frac{p}{R_1}$ et $\frac{p}{R_2}$ qui interviennent dans la formule relative aux engrenages plans se trouvent remplacés par $\sin\varphi \cot\alpha_1$ et $\sin\varphi \cot\alpha_2$. Pour tenir exactement compte du frottement des tourillons, il faut ajouter à $\sin\varphi$, dans chacun de ces produits, des termes correctifs qui ne sont pas constants. Mais, avec une approximation suffisante pour les besoins de la pratique, on peut se borner à remplacer ces deux produits par

$$\left(\sin\varphi + \frac{\rho_1}{l\cos\alpha_1}\right)\cot\alpha_1 \quad \text{et} \quad \left(\sin\varphi + \frac{\rho_2}{l\cos\alpha_2}\right)\cot\alpha_2,$$

en appelant l la distance du sommet des cônes au point d'application de la

résultante des pressions exercées entre les dents en prise. Ceci suppose que les angles de frottement sont égaux; il est d'ailleurs aussi facile de traiter le cas général. Pour les engrenages coniques intérieurs, il faut, comme dans le cas des engrenages plans, changer le signe de l'un des rayons ρ_1, ρ_2.

» Il est naturel de chercher quelle est, pour un pas donné, la forme de dents qui consomme en frottement le moins de travail possible. En se bornant au cas des engrenages plans extérieurs, ayant partout même coefficient de frottement, et appelant ρ le rayon commun des tourillons, φ l'inclinaison de p sur la ligne des centres, on trouve, par les procédés ordinaires du calcul des variations, qu'il faut rendre constant le rapport $\frac{p+\rho}{\sin\varphi}$. Malheureusement on est ainsi conduit à un profil présentant, très près de la circonférence primitive, un point de rebroussement, et qui ne peut dès lors être utilisé que pour des dents très courtes.

» On sait que les engrenages plans les plus usités appartiennent au type à épicycloïde et au type à développante de cercle coupant, sous un angle de 75°, la circonférence primitive. Dans les deux cas, en appelant P le pas, on trouve que le travail de frottement des tourillons est à celui des dents dans le rapport $\frac{4\rho}{P}$. Pour l'arc d'approche, le frottement de l'engrenage épicycloïdal est un peu moindre que celui de l'engrenage à développante. Il en est de même pour l'arc de retraite chaque fois que le pas est inférieur à $\frac{\rho}{2}$. Si le pas est supérieur à $\frac{\rho}{2}$, l'engrenage à développante consomme, dans la période de retraite, un peu moins de travail que l'engrenage épicycloïdal. Au total, l'engrenage à épicycloïde est toujours celui qui présente le moins de frottement, mais la différence est faible : sa valeur est de 2 à 3 pour 100 du frottement total si les tourillons ont un rayon égal au pas de l'engrenage. »

PHYSIQUE. — *Sur un moyen de reconnaître une bonne méthode cryoscopique.* Note de M. **Ponsot**, présentée par M. Lippmann.

« L'étude de l'influence de la surfusion sur l'abaissement du point de congélation par une méthode cryoscopique donnée permet de se rendre compte des erreurs systématiques de cette méthode.

» Soit P le poids d'une solution; on la suppose isolée calorifiquement et l'on admet que la congélation s'y fait sans agitation; C est sa chaleur spécifique; M est la masse en eau des parties subissant les mêmes variations de température que la solution; L_0 est la chaleur de fusion de la glace à 0°; D est la chaleur de dilution; A' est l'abaissement observé, correspondant à une concentration x' et à un degré de fusion δ'; A est l'abaissement correspondant à la concentration originelle de la solution x; e est le poids de l'eau congelée.

» En écrivant que la chaleur dégagée dans la formation de la glace est égale à celle absorbée par la masse cryoscopique entière, on a

$$(1) \qquad e = \frac{CP + M}{L_0 - D - \frac{A'}{2}} \delta'.$$

» Soit $y = \frac{A'}{x'}$, la concentration étant exprimée par le poids du corps dissous dans 100^{gr} de solution; on a la relation approchée

$$\frac{A' - A}{A'} = \frac{e}{P} + \frac{y_{A'} - y_A}{y_{A'}}.$$

Le dernier terme peut être quelquefois négligeable; c'est ce qui a lieu souvent pour les solutions très étendues

$$(2) \qquad A' - A = A' \left(\frac{C + \frac{M}{P}}{L_0 - D - \frac{A'}{2}} + \frac{y_{A'} - y_A}{y_{A'} \delta'} \right) \delta' = A' K \delta',$$

$$(3) \qquad K = \frac{A' - A''}{A'\delta' - A''\delta''}.$$

» Si l'on veut appliquer ces relations aux expériences, il faudra remplacer M par une valeur M' telle que M' — M représente l'action calorifique résultante de l'agitation et du réfrigérant pendant chaque expérience, et par degré de surfusion.

» Dans une expérience réalisée de telle sorte qu'elle conduise à un régime permanent, M' est différent de M à cause de la période de congélation qui précède l'établissement du régime permanent; M' — M dépend du mode opératoire et de la construction de l'appareil cryoscopique.

» La condition expérimentale la meilleure est que M' soit peu différent de M. Comme M est invariable, on conçoit que, si l'on opère toujours de

la même manière, avec le même appareil, M′ *soit à peu près invariable* quelle que soit la concentration. D'ailleurs, dans la relation (2), $y_{A'} - y_A$ peut être considéré comme proportionnel à δ' pour une solution donnée, de sorte que K, et, par suite, M′, est à peu près indépendant de δ'; ce que l'expérience vérifie.

» J'ai appliqué les relations précédentes aux expériences que j'ai publiées dans le *Bulletin de la Société chimique* (p. 399; 1897), j'ai trouvé :

» A l'aide de la relation (1), pour une série sur une solution de sucre, valeur moyenne de M′ = 40.

» A l'aide de la relation (2) :

» Deux séries sur les solutions sucrées M′ = 58 et 30,2.

» Deux séries sur les solutions de Na Cl, M′ = 56 et 60,4.

» Dans ces expériences M = 32.

» Application aux expériences de 1895 (Thèse, p. 52). J'ajoute les valeurs de M'_1 calculées d'après la relation (2) où l'on néglige $\left(\frac{y_{A'} - y_A}{y_{A'}\delta'}\right)$

Abaissements.	Surfusion.	K.	M′.	M'_1.
°	°			
0,0510	1,2	0,0128	− 9	+ 2
0,0565	1,86			
0,1327	0,9	0,0154	+25	+29
0,1337	1,38			
0,1478	1,20	0,0161	+19	+23
0,1488	1,62			
1,5358	1,03	0,0160	− 1	+48
1,5522	1,63			
2,9238	0,70	0,0100	−54	− 6
2.9567	1,71			

» L'appareil employé était différent de celui ayant servi aux expériences précédentes. M = 20. La correction de concentration a été faite en donnant cette valeur à M′. La dernière série seule n'est pas satisfaisante : comme K est déterminé par deux expériences seulement, une faible erreur accidentelle dans l'une d'elles peut amener une variation notable de K et de M′.

» Application aux résultats donnés par M. Raoult, sur les solutions de Na Cl (*Comptes rendus*, p. 888). P correspond à 125^{cc} de solution. Je n'ai pu calculer que M'_1. Je joins l'abaissement de 1 molécule dans 100^{gr} de solution.

Abaissements.	M'_1.	Abaissements moléculaires.
0	151	
0,110	106	36,6
0,207	65	35,6
0,408	40	34,8
0,821	8	34,8
1,675	−19	35,2
3,424	−30	36,2

$y_{A'} - y_A$ est négatif pour les trois premiers abaissements d'où M′ y est plus grand que M'_1 ; au contraire pour les trois derniers, M′ est plus petit que M'_1. Les variations de M′ sont donc plus importantes que celles de M'_1.

» M m'est inconnu ; mais la variation très grande de M′ me semble indiquer une erreur systématique dans la détermination de K et par suite dans celle des abaissements.

» Il est à remarquer d'ailleurs que de 0°,821 à 0° les valeurs positives de M'_1 croissantes, indiquant une influence de plus en plus notable du réfrigérant, correspondent à un accroissement très rapide de l'abaissement moléculaire, accroissement que je n'ai pas observé. De plus, pour les abaissements plus grands que 0°,821, les valeurs de M'_1 négatives de plus en plus importantes correspondent à un accroissement de l'abaissement moléculaire moins rapide que celui résultant de mes expériences (¹). »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la purification du cérium.* Note de MM. **Wyrouboff** et **A. Verneuil**, présentée par M. Moissan.

« Malgré le nombre considérable des recherches sur le cérium et ses combinaisons, il existe encore beaucoup d'incertitudes relativement à ses propriétés chimiques les plus caractéristiques.

» Ces incertitudes tiennent à deux causes : l'absence de méthode permettant d'obtenir facilement du cérium rigoureusement exempt des terres qui l'accompagnent, et l'insuffisance des procédés employés pour la détermination de son poids atomique. Ces deux lacunes nous forcent à tourner dans un cercle vicieux, sans espoir d'en sortir, car on apprécie la pureté du produit par le poids atomique et l'on fixe le poids atomique dans un produit dont on ne peut reconnaître la pureté.

(¹) Travail fait au laboratoire de Recherches physiques de la Sorbonne.

» Parmi les nombreuses méthodes de séparation du cérium, il n'en est que deux qui aient réuni la majorité des suffrages : le traitement par le chlore en présence d'alcalis, employé par Mosander, et la fusion avec le nitre, proposée par Debray. Toutes deux souffrent du même défaut : elles ne sont basées sur aucune réaction précise et se placent dans les conditions les plus désavantageuses pour la séparation qu'elles ont en vue. Le cérium se distingue de tous les métaux voisins par une propriété caractéristique, l'existence d'un oxyde supérieur très stable, formant facilement des sels basiques généralement insolubles; il est donc tout naturel de se servir de cette propriété pour l'isoler des métaux de son groupe ou des groupes voisins. C'est, en effet, ce qu'ont tenté de faire Mosander et Debray, mais ils n'ont pas remarqué qu'il existait, entre l'oxyde inférieur CeO [1] et l'oxyde supérieur Ce^2O^4, un oxyde intermédiaire $Ce^6O^7 = Ce^2O^4.3CeO$, très stable et donnant, lui aussi, des sels basiques insolubles et auxquels aboutissent, dans la plupart des cas, l'oxydation de CeO et la réduction de Ce^2O^4. Cet oxyde devient bien plus stable encore lorsque le cérium se trouve en présence du lanthane et du didyme plus basiques que lui, car il se forme alors invariablement un oxyde complexe $Ce^2O^4.3MO$ dans lequel $M = Ce + La + Di$ en proportions variables suivant les circonstances. Or, dans le procédé de Mosander, l'action même très prolongée du chlore ne va guère au delà de la formation de cet oxyde intermédiaire et, dans le procédé de Debray, le premier acte de l'action de la chaleur est précisément sa production. C'est pour cela qu'il faut, pour arriver à un produit dont la pureté n'est jamais certaine, répéter l'opération un grand nombre de fois.

» L'existence de l'oxyde intermédiaire une fois reconnue, le problème de la séparation du cérium se simplifie beaucoup, car il se réduit à ces deux solutions : ou bien éviter la formation de cet oxyde, ou bien trouver les conditions dans lesquelles il se scinde en ses deux éléments constituants, Ce^2O^4 formant des sels basiques insolubles et $CeO + LaO + DiO$ donnant des sels neutres solubles. C'est cette seconde solution, de beaucoup la plus simple, que nous avons cherché à réaliser.

» On dissout à chaud, dans l'acide azotique, les oxydes provenant de la calcination modérée des oxalates. Il y a réduction partielle, dégagement

---

(1) Nous considérons le cérium comme *bivalent* dans son oxyde inférieur, et nous donnerons prochainement les raisons qui nous forcent à nous ranger à l'ancienne opinion de Berzelius.

d'oxygène et formation de l'oxyde intermédiaire. On évapore la solution à consistance sirupeuse pour chasser l'excès d'acide. La masse se dissout facilement dans l'eau en donnant une solution jaune, limpide, qui doit être étendue (4 pour 100 d'oxyde environ). Si à cette solution chaude on ajoute assez de nitrate d'ammoniaque pour qu'elle en contienne 5 pour 100, l'oxyde intermédiaire se dissocie complètement; la totalité de l'oxyde Ce^3O^4 se précipite à l'état de sel basique : $(Ce^3O^4)^4Az^2O^5$ et les protoxydes restent dans la liqueur, qui prend la teinte violette des sels de didyme. Le précipité, qui se dépose et se lave très bien avec du nitrate d'ammoniaque à 5 pour 100, renferme du cérium rigoureusement exempt, aussi bien du didyme et du lanthane, que des terres de l'yttria. Ces terres ne peuvent s'attacher au cérium que lorsque celui-ci est à l'état d'oxyde $Ce^3O^4.3CeO$, et le nitrate d'ammoniaque, en insolubilisant le sel de Ce^3O^4, rend l'existence de cet oxyde impossible. Il est vrai qu'on n'a ainsi que 75 pour 100 environ du cérium existant, mais rien n'empêche de répéter l'opération en précipitant la liqueur filtrée par l'acide oxalique, calcinant les oxalates et les redissolvant dans l'acide nitrique.

» Dans le cas où le mélange des oxydes renferme plus de 50 pour 100 de cérium, il n'est plus intégralement soluble dans l'acide nitrique. Il faut alors dissoudre les oxalates dans l'acide azotique, ajouter de l'eau oxygénée et de l'ammoniaque. On fait bouillir pour transformer le peroxyde brun formé en hydroxyde céroso-cérique jaune; cet hydroxyde, après lavage, est dissous dans l'acide azotique, et l'opération se continue comme nous venons de l'expliquer. Le cérium ainsi obtenu n'est cependant pas encore pur; il renferme la totalité de la thorine qui pouvait exister dans le mélange des oxydes. Nous remarquerons pourtant que la thorine n'existe que dans les 75 pour 100 de cérium de la première opération. Si donc on voulait avoir, sans autre purification, du cérium complètement exempt de thorine, il suffirait de répéter l'opération sur les oxydes restés dans la liqueur après la première précipitation. En tous cas, on se débarrasse facilement de la thorine en traitant les oxalates, ou mieux les nitrates, aussi neutres que possible, par une solution concentrée de carbonate d'ammoniaque additionnée d'ammoniaque caustique. La thorine se dissout facilement en même temps qu'une portion des autres terres; après deux épuisements, il ne reste que 1 pour 100 de thorine. Pour enlever cette dernière trace, on cristallise le sulfate à 60° dans une liqueur bien exempte d'acide sulfurique libre; la thorine s'accumule dans les eaux-mères, formant avec le cérium un sulfate double excessivement soluble.

» Il ne reste plus qu'à débarrasser le cérium du fer qu'il retient avec une très grande ténacité. Pour cela, il faut précipiter deux ou trois fois son nitrate ou son chlorure par de l'acide oxalique en liqueur chaude et acide; on peut l'éliminer aussi en déshydratant le sulfate à une température élevée, 400° à 450° : le fer reste ainsi à l'état insoluble.

» Le cérium, ainsi purifié, est toujours identique à lui-même, et son poids atomique est invariable, ainsi que nous le montrerons dans une prochaine Note. Son oxyde, calciné à très haute température, est absolument blanc à froid. Toute teinte jaune, chamois ou rose indique la présence d'impuretés qu'on peut toujours éliminer par les procédés connus [1]. »

M. **Moissan** ajoute, à propos de la Communication de MM. *Wyrouboff* et *Verneuil :* « Sur la préparation de l'oxyde de cérium », les remarques suivantes :

« Les importantes recherches de MM. Wyrouboff et Verneuil me conduisent à indiquer par quel procédé j'ai obtenu l'oxyde de cérium tout à fait blanc qui m'a servi à préparer le carbure de cérium.

» Je suis parti d'un oxyde de cérium ne donnant plus en solution concentrée aucun spectre d'absorption. Je l'ai transformé en carbure au four électrique.

» L'attaque par l'eau froide, pure ou légèrement acidulée, m'a fourni un mélange complexe de carbures d'hydrogène dont la composition n'était pas constante pendant toute la durée de la réaction.

» 300^{gr} de ce carbure en poudre fine ont été alors traités par une solution très étendue d'acide nitrique, de façon à ne produire qu'une attaque limitée. Le carbure restant est repris par une nouvelle quantité d'acide étendu, mais sans aller jusqu'à la disparition totale du carbure. La solution obtenue dans ce deuxième traitement fournit, par une simple calcination, de l'oxyde de cérium absolument blanc. Le fer se trouve dans le liquide du premier traitement et le thorium dans le résidu de carbure non attaqué.

» Ce procédé de préparation m'a donné un oxyde de cérium blanc, tandis que la première attaque fournissait une poudre rose et la dernière un produit vert jaunâtre. »

---

[1] Laboratoire de Chimie du Muséum d'Histoire naturelle.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les alliages du groupe argent-cuivre.* Note de M. F. Osmond, présentée par M. Troost [1].

« Dans une Note précédente, j'ai montré que les alliages de l'argent avec le cuivre (réserves faites pour ceux qui ne contiennent l'un des corps qu'en faible proportion) sont des mélanges de deux composants présentant respectivement, sous le microscope, l'aspect des deux métaux primitifs.

» Si ces deux composants sont purement et simplement de l'argent et du cuivre, les alliages considérés devraient, semble-t-il, posséder des propriétés intermédiaires entre celles de ces métaux.

» En fait, ce n'est pas du tout ce qui a lieu.

» La résistance électrique, notamment, a été déterminée par plusieurs physiciens. Elle augmente, rapidement d'abord, quand on ajoute à l'un des métaux de petites quantités de l'autre; puis, de plus en plus lentement pour des additions croissantes. Le maximum correspond à peu près, selon Matthiessen [2], à l'alliage de Levol et, selon MM. Barus et Strouhal [3], au mélange à volumes égaux. MM. Barus et Strouhal ont également mesuré les variations complexes du pouvoir thermo-électrique. Enfin, d'après M. A. Le Chatelier [4], l'addition de 1 pour 100 de cuivre à l'argent pur élève de $18^{kg},6$ à $23^{kg},7$ la résistance à la traction prise à 15° sur fils recuits.

» Il est donc au moins douteux que les constituants blanc et jaune des alliages soient respectivement de l'argent pur et du cuivre pur.

» Pour résoudre la question, j'ai préparé, par fusion, sous une couche de borax recouvert lui-même de charbon de bois en poudre, deux séries d'alliages contenant respectivement 0,2; 0,5; 1; 2; 4 pour 100 d'argent ou de cuivre. Les boutons, refroidis lentement, ont été sectionnés vers l'axe, polis et chauffés aux couleurs de recuit pour donner au cuivre une patine

---

(1) Travail fait au laboratoire de Chimie générale à la Sorbonne.

(2) *Phil. Trans. of the Royal Soc.*, t. CL, p. 170.

(3) *Bulletin of the U. S. Geological Survey*, n° 14, 1885.

(4) *Mémorial du Génie militaire*, 1890.

orangée. Les coupes ont été dessinées à la chambre claire et les composants ont été dosés par la mesure de leurs aires. On trouve ainsi :

Alliages à base d'argent. Cuivre pour 100 en poids réellement ajouté.	visible.	*Alliages à base de cuivre.* Argent pour 100 en poids réellement ajouté.	visible.
0,2	0,00	0,2	0,00
0,5	0,00	0,5	0,00
1,0	traces	1,0	traces
2,0	0,12	2,0	0,15
4,0	0,95	4,0	0,82

» Le métal allié *visible* est partout inférieur à celui qui est réellement présent : une partie reste invisible au microscope.

» Deux explications paraissent possibles : ou bien le métal dominant, en se solidifiant, a entraîné, dans un état d'extrême division, une certaine proportion de l'autre, comme certains précipités font pour les corps dissous, ou bien le métal invisible est resté en dissolution solide, et le cas serait comparable à celui de deux liquides non miscibles en toutes proportions, comme l'eau et l'éther.

» Les expériences suivantes sont une contribution à l'étude de la question.

» Pour les alliages à base d'argent, on obtient une série d'indications nouvelles en élevant un peu la température du recuit des coupes polies, de façon que le cuivre se colore en pourpre ou mieux en bleu. Dans ces conditions, l'argent pur réduit du chlorure, puis fondu comme il a été dit, montre en lumière oblique (grossissement de 20 diam.) des cristallites cubiques relativement claires englobées dans ce qu'on pourrait appeler un *ciment* plus sombre, c'est-à-dire que le recuit a dépoli les cristallites plus fortement que leur enveloppe [1]. Une addition de 0,2 à 0,5 pour 100 de cuivre ne change rien à cet aspect. Avec 1 pour 100 de cuivre, on voit (grossissement de 200 diam.) des taches brunes à bords estompés se former dans les grosses épaisseurs du ciment, le plus loin possible des cristallites. Ces taches brunes, qui ne se produisent pas sur l'argent plus pur, indiquent la présence locale du cuivre. Avec 2 pour 100 de ce dernier métal,

---

[1] Ce manque d'homogénéité est à noter. En fait, la courbe de refroidissement de l'argent pur, enregistrée par M. Roberts-Austen (*Proc. Mech. Eng.*, oct. 1891), ne montre pas de palier vraiment horizontal au moment de la solidification.

elles s'agrandissent, se soudent et se rapprochent des cristallites, en même temps que de petits grains de cuivre liquaté s'isolent vers le centre des plus grandes d'entre elles. Avec 4 pour 100 de cuivre, ces grains liquatés sont devenus plus gros; les taches brunes ont envahi tout l'intervalle entre les cristallites. Enfin, si l'on atteint, par exemple, 15 pour 100 de cuivre, les cristallites elles-mêmes brunissent et montrent (grossissement de 1000 diam.) des dessins qui rappellent ceux des eutectiques.

» Les alliages du cuivre avec de petites quantités d'argent présentent des phénomènes analogues. Ces alliages ont été étudiés par M. Behrens ([1]) dont les observations sont, en général, confirmées par les miennes, sauf quelques divergences attribuables aux conditions expérimentales. Jusqu'à 0,5 pour 100 d'argent, je trouve que le cuivre est formé de grains polyédriques striés de raies parallèles. A partir de 0,5 apparaissent des cristallites analogues à celles de l'argent, pareillement englobées dans du cuivre d'organisation différente. C'est là que se concentre l'argent en excès; il commence à s'y liquater, le plus loin possible des cristallites, à partir et au-dessus d'une teneur égale à 1 pour 100.

» Ces résultats me paraissent supposer la solubilité mutuelle du cuivre et de l'argent solides. A l'appui de cette interprétation, m'inspirant des travaux de M. Colson ([2]) et, plus directement, de ceux de M. Roberts-Austen ([3]), sur la diffusion des solides, j'ai chauffé pendant une heure dans l'hydrogène, entre 650° et 675°, une surface polie de cuivre pur au contact d'une surface polie d'argent pur. Après refroidissement, les deux surfaces adhéraient suffisamment pour qu'on ne pût les séparer avec les doigts. La surface du cuivre montrait, en dehors de la région de contact, les polyèdres striés normaux et, sur la région de contact, l'organisation cristallitique supposant la présence superficielle de 0,5 pour 100 d'argent environ. La surface de l'argent, de son côté, présentait un réseau polygonal qui n'apparaît pas sur l'argent pur. La pénétration n'avait d'ailleurs eu lieu que sur une profondeur infiniment faible.

» En résumé, la conception de Matthiessen, qui voyait, dans certains alliages, des solutions solidifiées de formes allotropiques, tout en ayant certaines restrictions à subir, paraît rester vivante et féconde. Je ne vois pas qu'elle soit en opposition avec les travaux de M. H. Le Chatelier dont

---

([1]) *Mikrosk. Gefüge der Metalle und Legierungen*, p. 43.
([2]) *Comptes rendus*, t. XCIII, p. 1074, et XCIV, p. 26.
([3]) *Phil. Trans. of the Royal Soc.*, t. CLXXXVII, p. 383.

les conclusions, en s'étendant aux solutions solides, prendraient, au contraire, un caractère de plus grande généralité. »

CHIMIE MINÉRALE. — *La phosphorescence du sulfure de strontium.* Note de M. **José Rodriguez Mourelo.**

« Même après avoir été longuement exposés à la lumière solaire directe, les sulfures de baryum, calcium et strontium purs ne sont pas phosphorescents; c'est là un fait prouvé. Les polysulfures ne sont pas davantage doués de cette qualité. Seuls les monosulfures sont susceptibles de phosphorescence, quand ils répondent à la formule MS; M étant égal à

$$Ba - Ca - Sr,$$

à condition cependant de contenir des composés alcalins (carbonate et chlorure de sodium) en très faible quantité et du subnitrate de bismuth, ainsi que l'a montré M. Verneuil pour le sulfure de calcium et comme j'ai eu moi-même l'occasion de le vérifier pour le sulfure de strontium. Les conditions de phosphorescence de ce dernier corps présentent des particularités dignes de remarque, que j'ai pu observer au cours de mes récentes expériences.

» Je réduis le sulfate de strontium par le charbon, je soumets la strontiane à l'action de l'acide sulfhydrique, au rouge vif, ou bien en la chauffant avec du soufre, et l'on obtient ainsi des monosulfures de strontium très purs et non phosphorescents; cette opération doit être faite à l'abri des courants d'air, surtout lorsque les creusets se refroidissent. Ces monosulfures peuvent devenir phosphorescents si l'on a soin de les chauffer, durant quelque temps, seuls ou mêlés à de l'amidon dans un four à flamme oxydante, car alors il se forme un peu de sulfate, corps dont la présence paraît nécessaire pour provoquer la phosphorescence. Tous les sulfures de strontium phosphorescents que j'ai obtenus de cette manière contenaient une petite quantité de sulfate, bien que la proportion de ce corps n'ait jamais dépassé 0,05 pour 100, sans qu'on puisse déterminer une relation fixe entre la quantité de ce corps et l'intensité de la phosphorescence, ce qui prouve que cette propriété n'est pas uniquement due au sulfate.

» Pour démontrer la nécessité d'un principe d'oxydation pour l'obtention du sulfure de strontium avec phosphorescence, j'ai chauffé pendant sept heures, dans un fourneau à gaz, 100^{gr} d'un sulfure très blanc, obtenu par réduction du sulfate et chauffé de nouveau au rouge vif avec un mélange d'amidon pour lui faire acquérir une phosphorescence intense de couleur vert bleu. Lorsqu'il fut refroidi, je pus observer qu'il avait perdu la propriété sus-indiquée, et qu'il contenait plus de

60 pour 100 de sulfate de strontium. Après avoir ajouté du charbon à la substance ainsi obtenue, le mélange fut remis au feu et chauffé au rouge très vif durant trois heures, après quoi le creuset qui le contenait fut refroidi lentement à l'abri de l'air. Le résultat fut l'obtention d'une matière gris foncé, phosphorescente, qui contenait du charbon très divisé, du sulfure et du sulfate de strontium, ce dernier dans une proportion de 0,042 pour 100.

» En oxydant à une haute température le sulfure de strontium préparé par réduction du sulfate, ou en chauffant un mélange de strontiane et soufre, ou encore chauffant le sulfure obtenu en traitant la strontiane par l'acide sulfhydrique, je suis parvenu à diminuer par degrés l'intensité de la phosphorescence et jusqu'à la perte complète de cette propriété et même jusqu'à convertir ces sulfures en sulfates de strontium. Dans beaucoup de cas, j'ai pu leur rendre la phosphorescence en les exposant, avec un supplément de charbon, à une température élevée; mais alors les substances prennent une teinte grise ou brune.

» Si l'on se sert du sulfure de strontium préparé suivant la méthode que M. Verneuil a indiquée pour le sulfure de calcium, ou si l'on adopte la modification que j'ai proposée, on arrive à des résultats différents de ceux que produisent les méthodes ordinaires.

» Le sulfure de strontium que j'ai obtenu est fort complexe et contient, lui aussi, un peu de sulfate de strontium, mais il résiste à l'oxydation, peut-être à cause même de sa structure particulière. Il est formé de petits grains, à surface fondue et comme vernie, qui ressemblent fort à une substance qui commence à cristalliser; ils sont brillants et l'on pourrait croire la surface des grains enveloppée d'une couche protectrice destinée à empêcher leur altération. Ces petits grains, adhérant les uns aux autres, forment ainsi des masses irrégulières, rugueuses et grincent lorsqu'on les pulvérise. Ils s'attirent mal dans l'eau. Si l'on humecte cette masse granuleuse en l'exposant à l'air, l'odeur sulfhydrique tarde à se répandre, et même l'action des acides sur ce corps est moins rapide. Ce sulfure est le plus phosphorescent de tous ceux que j'ai préparés, car il supporte d'être longuement chauffé sans que l'intensité de sa phosphorescence diminue.

» En résumé, nous voyons qu'un principe d'oxydation est nécessaire, ainsi qu'une structure particulière, pour que le sulfure de strontium soit susceptible de phosphorescence, sans omettre les substances dont l'influence sur la propriété que nous étudions est directe et positive [1]. »

---

[1] Travail fait au laboratoire de l'École centrale des Arts et Métiers, à Madrid.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Contribution à l'étude de la préparation de l'éther ordinaire.* Note de M. L. **Prunier.**

« 1. Dans une Note précédente (voir *Comptes rendus*, 10 mai 1897, p. 1028) nous avons établi la présence des dérivés sulfonés dans les divers produits recueillis au courant de la préparation de l'éther ordinaire, ou encore dans celle de l'éthylène. Ces résultats semblent devoir entrer en ligne de compte dans la théorie de la formation des éthers mixtes (éthers-oxydes).

» On connaît la théorie, justement célèbre et basée sur des expériences capitales, désignée couramment sous le nom de *théorie de Williamson*.

» Habituellement l'opération est représentée en deux phases successives formant un cycle complet de transformations indéfiniment renouvelées.

» Depuis longtemps on sait que la continuité n'existe pas en pratique: l'opération se limite d'elle-même; et, d'autre part, l'interprétation d'ensemble, notamment en ce qui concerne la présence de l'acide sulfurique considéré comme incessamment régénéré en nature, et non hydraté au contact de l'eau, paraît susceptible d'être modifiée.

» 2. Il convient tout d'abord de noter la réserve si remarquable avec laquelle Williamson, dans son Mémoire, parle du mécanisme inconnu grâce auquel l'alcool ramènerait l'acide sulfovinique à l'état d'acide sulfurique libre. La réaction se passe bien en milieu fortement acide, mais l'acide sulfurique libre n'est pas indispensable. L'éthérification peut se faire en son absence, l'acidité étant due à l'acide sulfureux, à l'acide sulfovinique ou à ses dérivés. Il suffit pour cela d'opérer en présence d'un excès de sulfovinate de baryte qui élimine l'acide sulfurique.

» D'autre part, si, une fois libre, l'acide sulfurique s'hydrate, la production ultérieure de l'acide sulfovinique devient impossible et la réaction devrait s'arrêter presque aussitôt. Le véritable mécanisme est donc autre.

» 3. A première vue, il semblerait naturel d'admettre que, en présence de l'alcool, l'acide sulfovinique donne successivement

$$\text{I.}\quad \underbrace{C^2H^5O.SO^2.OH}_{\text{Acide sulfovinique.}} + \underbrace{C^2H^5.OH}_{\text{1re molécule d'alcool.}} = H^2O + \underbrace{C^2H^5O.SO^2.C^2H^5O}_{\text{Éther sulfurique neutre.}},$$

$$\text{II.}\quad \underbrace{C^2H^5O.SO^2.C^2H^5O}_{\text{Sulfate diéthylique.}} + \underbrace{C^2H^5.OH}_{\text{2e molécule d'alcool.}} = \underbrace{C^2H^5.O.C^2H^5}_{\text{Éther ordinaire.}} + \underbrace{C^2H^5O.SO^2.OH}_{\text{Acide sulfovinique.}}.$$

» L'acide sulfurique n'est pas libéré en nature; il ne se trouve pas en présence de l'eau, et, par conséquent, ne s'hydrate pas forcément (sauf la proportion qui résulte de l'action de l'eau sur l'acide sulfovinique, ce qui conduit progressivement à la limitation de l'opération, ainsi qu'on le dira plus loin). L'interprétation des faits serait déjà plus satisfaisante; mais, dans cet ordre d'idées, on ne tient pas compte de la présence des dérivés sulfonés.

» 4. Ils existent pourtant, et en quantité notable. Dès lors il faut compléter les données précédentes. L'expérience montre nettement que l'acide sulfovinique et l'éther sulfurique neutre, isolés ou mélangés, fournissent des dérivés sulfoniques quand on les soumet à l'action de la chaleur entre 100° et 140° ou au delà.

» Rappelons maintenant que dans la préparation de l'éther le dégagement de l'acide sulfureux, et aussi celui de l'éthylène ou de ses dérivés polymérisés, apparaît vers +130° ou +140°.

» L'acide sulfovinique donnant naissance, au moins transitoirement, à l'éther sulfurique neutre instable, lui aussi, à la température 130°-140° de l'opération usuelle, il suffira, pour tout expliquer, d'admettre le dédoublement, au moins partiel, de l'acide sulfovinique en alcool et acide anhydre

$$C^2H^5O.SO^2.OH = C^2H^5.OH + SO^3.$$

» L'acide anhydre, en présence d'alcool, fournira de l'acide iséthionique, par exemple, dont la stabilité est supérieure (16^{Cal}) à celle de l'acide sulfovinique (14^{Cal}), ou, mieux encore, à son éther éthylique neutre, puisque l'alcool est en excès. L'acide iséthionique étant représenté par

$$OH.CH^2.CH^2.SO^2.OH,$$

son éther éthylique neutre sera $OH.CH^2.CH^2.SO^2.OC^2.H^5$.

» C'est un corps instable qui distille vers 120° et se dédouble à +140° en acide sulfureux et alcool (d'après les expériences de M. Marja-Mazurowska), dédoublement partiel qui explique le dégagement d'acide sulfureux constaté expérimentalement, en même temps que la volatilité rend compte de l'entraînement des produits sulfonés passant à la distillation. Mais, de plus, l'éther iséthionique neutre, en présence d'une molécule d'alcool, fournit de l'éther avec régénération d'acide iséthionique

$$\underbrace{OH.CH^2.CH^2 - SO^2 - OC^2H^5}_{\text{Éther iséthionique neutre.}} + C^2H^5.OH = \underbrace{C^2H^5.O.C^2H^5}_{\text{Éther ordinaire.}} + \underbrace{OHCH^2.CH^2.SO^2.OH}_{\text{Acide iséthionique.}},$$

et le cycle des réactions est à nouveau fermé.

» 5. L'acide iséthionique et ses dérivés ont été pris ici comme type de groupe, à cause de leurs propriétés, connues de longue date, et parce que le mécanisme ne peut être précisé davantage, puisque, jusqu'à présent, dans nos expériences, les dérivés sulfonés ont été caractérisés par groupes et non par espèces distinctes. Mais il se pourrait notamment que l'acide iséthionique soit accompagné de l'acide éthylsulfonique $C^2H^5.SO^2.OH$ de MM. Lœwig et Weidmann, corps également stable et comparable à l'acide iséthionique. L'interprétation d'ensemble resterait la même.

» Et cette interprétation reçoit une confirmation expérimentale directe de la fabrication, actuellement assez répandue à l'étranger, de l'éther ordinaire au moyen des acides sulfonés aromatiques, tels que l'acide benzène sulfonique $C^6H^5.SO^2.OH$.

» D'après les recherches de M. F. Krafft, en effet, il suffit, pour obtenir l'éther ordinaire (ou ses homologues), de faire arriver l'alcool dans de l'acide benzène sulfonique, maintenu à température convenable.

» On a, comme précédemment,

$$\text{I.}\quad C^6H^5.SO^2.OH + C^2H^5.OH = H^2O + C^6H^5.SO^2.OC^2H^5.$$

$$\text{II.}\quad C^6H^5.SO^2.OC^2H^5 + C^2H^5.OH = C^2H^5.O.C^2H^5 + C^6H^5.SO^2.OH.$$

» 6. Enfin on sait que, dans la fabrication habituelle par l'acide sulfurique et l'alcool, l'éthérification n'est pas indéfinie. Les considérations qui précèdent rendent facilement compte de la limite imposée à l'opération. En effet, d'une part, l'acide sulfurique s'élimine peu à peu du champ de la réaction. Il se sépare progressivement par saponification de l'acide sulfovinique ou de l'éther diéthylique neutre, en présence de la vapeur d'eau. Une fois suffisamment hydraté, il ne rentre plus en réaction.

» D'autre part, le dégagement d'acide sulfureux, aux dépens des éthers sulfonés dissociables, diminue continuellement aussi la proportion des composés indispensables à la réaction qui fournit le produit cherché.

» L'opération doit donc forcément s'arrêter.

» 7. En résumé, dans la préparation usuelle, l'éther se dégage, en vertu de sa grande volatilité, au sein d'un milieu hétérogène, instable et en perpétuelle transformation, mais la théorie de l'opération est plus complexe qu'on ne l'avait cru d'abord.

» Au lieu de prendre comme base la régénération continuelle de l'acide sulfurique à l'état libre, il paraît préférable d'admettre que l'action de l'alcool, ajouté peu à peu, porte principalement sur les deux éthers sulfuriques, et surtout sur leurs produits de décomposition, les dérivés

sulfonés, acides et neutres, qui constituent en grande partie les résidus et permettent d'expliquer l'ensemble des phénomènes connus. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques combinaisons de la phénylhydrazine avec les chlorures métalliques*. Note de MM. **J. Ville** et **J. Moitessier**, présentée par M. Friedel.

« Au cours de recherches concernant l'action réductrice de la phénylhydrazine sur les sels réductibles (sels mercuriques, cuivriques, ferriques, etc.), recherches dont les résultats seront ultérieurement décrits, nous avons été conduits à étudier la manière dont se comporte ce corps en présence des sels métalliques en général. Nous avons pu ainsi constater que la phénylhydrazine donne avec ces sels des combinaisons analogues à celles que fournissent l'ammoniaque et les bases organiques (aniline, toluidines, xylidines, etc.) [1]. Nous décrirons dans cette Note les composés obtenus avec quelques chlorures métalliques.

» *a. Chlorure de zinc phénylhydrazinique.* — Quand on verse une solution alcoolique de phénylhydrazine au dixième dans une solution alcoolique de chlorure de zinc à 5 pour 100, de manière à faire réagir ces deux corps dans les proportions de 2,5 molécules environ de phénylhydrazine pour 1 molécule de sel de zinc, on obtient immédiatement un abondant précipité blanc cristallin, lequel apparaît au microscope sous la forme de lamelles disposées en rosaces. Ce précipité, recueilli sur un filtre, lavé à l'alcool concentré et essoré sur plaques poreuses, est desséché dans le vide sec.

» On obtient un produit mieux cristallisé, quand on opère en liqueur aqueuse. A cet effet, on verse, par petites portions et en agitant, 6^{gr} de phénylhydrazine (1,5 molécule environ) dans une solution étendue et bouillante de chlorure de zinc [5^{gr} de sel de zinc (1 molécule) dans 1000^{gr} d'eau]. Il est nécessaire d'opérer en solution très diluée, sinon une partie du produit formé se sépare, même dans le liquide bouillant, sous la forme d'une masse blanche butyreuse confusément cristallisée. La liqueur filtrée bouillante et concentrée au tiers environ donne, par le refroidissement, un beau produit cristallisé en groupes radiés d'aiguilles prismatiques.

» Le corps obtenu dans les deux cas est anhydre, sa composition répond à la formule $ZnCl^2(C^6H^5.AzH.AzH^2)^2$, comme l'indiquent les nombres suivants fournis par l'analyse en centièmes :

---

(1) H. Scherning a décrit des combinaisons de cette nature formées par la phénylhydrazine avec les sulfates de la série magnésienne (*Journ. prakt. Ch.*, t. XLVII, p. 80).

	Trouvé.	Calculé.
Zn	18,85	18,47
Cl	19,97	20,17
Az	16,38	15,91
C	40,64	40,91
H	5,12	4,54

» Peu soluble dans l'eau froide, ce corps se dissout assez facilement dans l'eau et dans l'alcool bouillants, ainsi que dans l'eau acidulée par quelques gouttes d'acide chlorhydrique ou d'acide azotique. Par le refroidissement, il se sépare de sa solution alcoolique bouillante sous la forme de lamelles prismatiques.

» Quand on le chauffe, il se décompose sans fusion préalable; vers 185° il devient pâteux, brunit, puis se boursoufle et se décompose en bouillonnant. Chauffé sur une lame de platine, il se charbonne et laisse, par incinération, un résidu d'oxyde de zinc.

» En solution dans l'eau acidulée par de l'acide azotique, ce corps donne, avec le nitrate d'argent, un précipité de chlorure argentique. Sa solution aqueuse réduit à froid le réactif cupro-potassique et l'azotate d'argent ammoniacal; elle donne en outre les réactions des sels de zinc.

» *b. Chlorure de nickel phénylhydrazinique.* — Le chlorure de nickel se comporte comme le chlorure de zinc vis-à-vis de la phénylhydrazine. L'addition d'une solution alcoolique de phénylhydrazine (2,5 mol.) à une solution de chlorure de nickel (1 mol. environ), dans de l'alcool, donne un précipité vert pâle formé par des granulations cristallines. En opérant en liqueur aqueuse, étendue et bouillante (4^{gr} de phénylhydrazine pour 6^{gr} de sel de nickel dissous dans 500^{gr} d'eau), on obtient, par concentration de la liqueur et refroidissement, un produit nettement cristallisé en faisceaux de fines aiguilles. Le corps ainsi obtenu est anhydre; il répond à la formule $NiCl^2(C^6H^5.AzH.AzH^2)^2$, comme l'indiquent les nombres suivants:

	Trouvé.	Calculé.
Ni	17,20	17,05
Cl	20,28	20,52
Az	16,41	16,18
C	41,80	41,62
H	4,92	4,63

» Ce corps, peu soluble dans l'eau et l'alcool à froid, se dissout plus facilement en liqueur bouillante et dans l'eau acidulée. Il commence à se décomposer vers 200° sans fondre et sans devenir pâteux; incinéré sur une lame de platine, il laisse un résidu d'oxyde de nickel. Ce sel donne les réactions de la phénylhydrazine et du chlorure de nickel.

» *c.* Les chlorures de cobalt, de cadmium et de magnésium donnent avec la phénylhydrazine des combinaisons analogues.

» Le *chlorure de cobalt phénylhydrazinique* $CoCl^2(C^6H^5.AzH.AzH^2)^2$, obtenu en liqueur alcoolique, se présente sous la forme d'un magma volumineux de couleur rosée. En liqueur aqueuse, on l'obtient nettement cristallisé en groupes de fines aiguilles colorées en rose pâle.

» Le *chlorure de cadmium phénylhydrazinique* $CdCl^2(C^6H^5.AzH.AzH^2)^2$ cristallise en lamelles prismatiques mieux formées en liqueur aqueuse qu'en liqueur alcoolique.

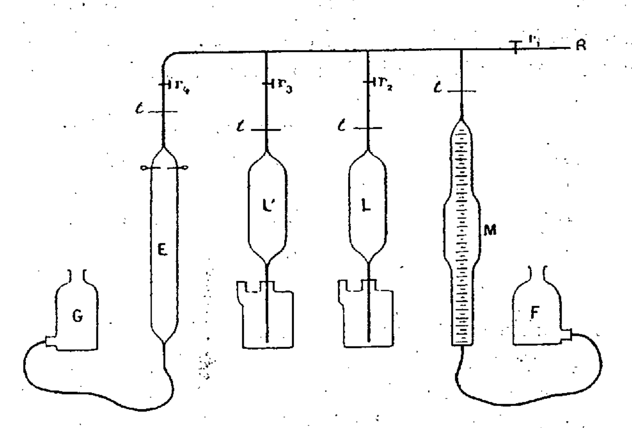
» Le *chlorure de magnésium phénylhydrazinique* $MgCl^2(C^6H^5.AzH.AzH^2)^2$, obtenu en liqueur aqueuse, cristallise, par concentration et refroidissement, sous la forme de lamelles prismatiques.

» En résumé, la phénylhydrazine se combine à ces différents chlorures métalliques et donne des composés formés par la combinaison d'une molécule de chlorure avec deux molécules de phénylhydrazine.

» L'un de nous se propose de poursuivre cette étude, en l'étendant aux autres sels métalliques, et de rechercher en même temps si l'hydrazine donne avec ces sels des combinaisons du même genre. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Appareil pour l'analyse industrielle des gaz.* Note de M. **Léo Vignon**.

« L'appareil que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie comprend essentiellement, suivant le croquis ci-joint, un mesureur, des laboratoires d'absorption et un eudiomètre à mercure. Ces différents organes communiquent avec un tube de distribution débouchant dans l'atmosphère.



» R est une rampe en verre munie d'un robinet à trois voies r_1, pourvue de tubulures latérales aboutissant à un mesureur M gradué en divisions d'égale capacité, à des laboratoires d'absorption L, L' contenant des réactifs convenables, et à un eudiomètre à mercure E.

» M, entouré d'un manchon rempli d'eau, est en communication par un tube de caoutchouc avec un flacon de pression F rempli d'eau acidulée. E communique par un tube de caoutchouc avec un flacon de pression G rempli de mercure.

» Les laboratoires d'absorption peuvent être au nombre de deux, trois ou quatre (pour les cas usuels, deux suffisent), chacun d'eux permettant d'absorber, suivant le réactif qu'il contient, un ou plusieurs gaz déterminés.

» L'adjonction de l'appareil eudiométrique relié au système des laboratoires et du mesureur permet de doser dans un mélange les quatre gaz Az, CO, H, CH^4, le premier restant comme résidu : CO, H, CH^4 se déduisant des trois équations que donnent le volume du mélange, résidu déduit, la contraction après détonation, et l'acide carbonique formé.

» Un appareil à deux laboratoires, par exemple, permet de doser, dans un mélange gazeux, l'acide carbonique, l'oxygène, l'hydrogène, l'oxyde de carbone, les carbures d'hydrogène (comptés en méthane) et l'azote, à la condition que ces gaz existent seuls dans le mélange.

» Prenons le cas de cet appareil renfermant en L une solution de soude caustique ($d = 1,30$), en L' une solution de 18^{gr} d'acide pyrogallique dans 100^{cc} de potasse caustique ($d = 1,25$).

» Les opérations à effectuer pour l'analyse comprennent : 1° mise en état; 2° détermination des espaces nuisibles; 3° introduction du gaz dans l'appareil; 4° absorption de l'acide carbonique; 5° absorption de l'oxygène; 6° introduction de l'oxygène pour la détonation; 7° détonation dans l'eudiomètre; 8° mesure de la contraction; 9° absorption de l'acide carbonique et de l'oxygène; 10° calculs.

» 1. Pour la mise en état, les niveaux des liquides sont amenés aux traits t par le jeu des flacons de pression et des robinets. Les robinets étant fermés, les liquides en t, la rampe et ses tubulures jusqu'aux traits t sont remplies d'air. Cet air occupe *l'espace nuisible*.

» 2. Par une analyse préalable de l'air atmosphérique, on trouvera par absorption en L' une certaine proportion d'oxygène qui correspondra à l'air du mesureur et à celui de l'espace nuisible. En comparant cette proportion d'oxygène à la proportion normale, on trouvera l'espace nuisible ε exprimé en divisions du mesureur; posons

$$\varepsilon = \alpha(\text{oxygène}) + \beta(\text{azote}).$$

» Le gaz à analyser sera ensuite introduit dans l'appareil (3), on mesurera l'acide carbonique (4) et l'oxygène absorbés (5) en L et L'.

» Puis on expulsera du mesureur un certain volume de gaz, et l'on y introduira une quantité d'oxygène (6) et, au besoin, de gaz tonnant ($H^2 + O$), préalablement analysé, et une quantité suffisante pour la détonation. On fera détoner ensuite (7) par fractions successives et détendues, au moyen de l'étincelle d'induction. On mesurera la contraction de

volume (8), l'acide carbonique formé (par absorption en L) et l'oxygène restant (par absorption en L') (9). On procédera ensuite aux calculs (10).

» L'espace nuisible étant plein d'air, $\varepsilon = \alpha$ (oxygène) + β (azote), soit A le volume du gaz à analyser dans le mesureur, nous aurons au total dans l'appareil

$$A + \varepsilon = A + \alpha + \beta;$$

l'action de la soude et du pyrogallate produisent des diminutions de volume v_1, v_2; l'espace nuisible contenant α d'oxygène, le gaz analysé en renfermait $v_2 - \alpha$.

» Le volume restant après ces absorptions est

$$A + \varepsilon - v_1 - v_2 \quad \text{ou} \quad A - (v_1 + v_2 - \alpha) + \beta.$$

» Avant de faire détoner, on ramène par expulsion ce volume à B sur le mesureur. A ce moment, le gaz occupe $B + \varepsilon$; il y a dans ce volume une certaine proportion d'azote des espaces nuisibles qui sera

$$\beta \frac{B + \varepsilon}{A - (v_1 + v_2 - \alpha) + \beta} = \gamma.$$

» Le volume du gaz soumis à la détonation est $V = B + \varepsilon - \gamma$; on l'additionne d'un volume convenable d'oxygène dosé. Si cet oxygène a laissé un résidu N sur le mesureur, l'azote qu'il contient est $N + \alpha$, l'oxygène de l'espace nuisible étant remplacé par de l'azote. Dans le mélange $B + \varepsilon + O$ (oxygène), il y aura donc un résidu d'azote étranger au gaz qui sera $N + \alpha + \gamma$.

» Après détonation, appelons k la contraction, n l'acide carbonique formé, R le résidu d'azote lu au mesureur. Si l'on a $R + \varepsilon = N + \alpha + \gamma$, le gaz ne contient pas d'azote. Si $R + \varepsilon$ est $> N + \alpha + \gamma$, la différence représente l'azote qu'il faudra, pour les calculs, retrancher du volume V.

» D'autre part, dans un mélange d'hydrogène (h) de méthane (m), d'oxyde de carbone (c), la contraction étant k, l'acide carbonique formé n, on tire des équations volumétriques de combustion de ces gaz :

$$V = c + m + h, \qquad \text{d'où} \qquad h = V - n,$$

$$n = c + m, \qquad c = \frac{n}{3} - V - \frac{2k}{3},$$

$$k = \frac{c}{2} + 2m + \frac{3h}{2}, \qquad m = \frac{2n}{3} - V + \frac{2k}{3}.$$

Du volume V on passe à B, puis au volume initial A. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Sur les produits de décomposition du carbure de calcium et sur l'emploi de celui-ci comme phylloxéricide.* Note de M. E. **Chuard.** (Extrait.)

« En mai 1896, dans une Note publiée par la *Chronique agricole* (organe de l'Institut agricole de Lausanne), j'attirais l'attention sur les faits suivants :

» 1. L'acétylène brut, dégagé par l'action de l'eau sur le carbure de calcium, renferme constamment, entre autres impuretés, une faible proportion d'ammoniaque.

» 2. Le dégagement d'ammoniaque continue après le départ complet de l'acétylène, pourvu que la masse résiduelle soit maintenue dans un état d'humidité convenable. La proportion d'ammoniaque fournie ainsi par les résidus est très supérieure à celle dégagée en même temps que l'acétylène. Pour 100 parties de carbure, on trouve, dans l'acétylène 0,039 et 0,061, et dans les résidus 0,210 à 0,348 d'ammoniaque.

» 3. Les résidus de la fabrication de l'acétylène par le carbure de calcium sont, par conséquent, d'un emploi efficace comme engrais et amendement. Des expériences directes ont montré qu'ils ont également une action insecticide.

» Il était intéressant de pratiquer des essais de traitement contre le Phylloxera au moyen du carbure de calcium, sinon le traitement d'extinction, pour lequel le sulfure de carbone présente une absolue sécurité, du moins le traitement cultural, dans lequel on se propose de fortifier la plante pour assurer sa résistance au terrible parasite.

» Des essais dans cette direction ont été faits, paraît-il, en Espagne, avec succès au cours de l'année dernière. J'ai pu les entreprendre, quoique tardivement, à Veyrier (Haute-Savoie), où la station viticole de Lausanne dispose d'une vigne d'essais. Sans être encore positifs, leurs résultats sont néanmoins encourageants; la vigne traitée a montré plus de vigueur que le témoin non traité et le Phylloxera n'a pas été retrouvé sur 34 ceps pour 102 traités.

» En étudiant avec plus de détail la nature des produits de décomposition du carbure de calcium industriel sous l'action de l'eau, j'ai observé la présence, dans l'acétylène brut, de l'hydrogène phosphoré signalé par C. Willgerodt, et provenant d'une faible proportion de phosphure de calcium. L'hydrogène sulfuré accompagne aussi l'acétylène brut : ce qui, avec l'ammoniaque, constitue trois impuretés principales.

» L'hydrogène phosphoré gazeux est un toxique très actif. C'est aussi

un insecticide puissant. On est donc fondé à attribuer à la présence de ce gaz les propriétés insecticides du carbure, pour une part importante tout au moins. C'est pourquoi j'ai fait préparer, à l'usine de Vernayaz (Valais), un produit spécial, riche en phosphure de chaux, en incorporant aux matières premières usuelles du phosphate de chaux en diverses proportions. On obtient ainsi un *phosphocarbure* doué effectivement de propriétés insecticides puissantes. Le gaz qu'il dégage, au contact de l'eau, n'est pas assez riche en hydrogène phosphoré, pour être spontanément inflammable, si l'on a soin de limiter la proportion de phosphate. Le produit demeure donc aisément maniable et sans danger. Des essais de traitement contre le Phylloxera se font actuellement, en plusieurs points, avec ce nouveau produit; on peut espérer qu'ils ne seront pas négatifs, étant donné les résultats des premiers essais, au laboratoire. »

PALÉONTOLOGIE. — *Nouveau genre d'Insectivores du Miocène moyen de la Grive-Saint-Alban (Isère).* Note de M. **Claude Gaillard**, présentée par M. Albert Gaudry.

« Sous le nom de *Dimylidés*, M. Schlosser (1) a réuni deux genres de petits Insectivores éteints, les genres *Dimylus* (2) et *Cordylodon* (3) du Miocène inférieur de Weissenau, près Mayence, se distinguant des autres Insectivores par la présence, aux mâchoires supérieure et inférieure, de deux arrière-molaires seulement.

» En 1892, M. Depéret signalait (4), dans les *Archives du Muséum de Lyon*, d'après quelques fragments de mandibule appartenant à la collection Faculté des Sciences de Lyon, le *Dimylus paradoxus* parmi la faune de la de la Grive-Saint-Alban.

» Le Muséum de Lyon, qui ne possédait alors aucun reste de ces Insectivores, a eu la bonne fortune de récolter depuis plusieurs mâchoires et fragments de mâchoires supérieures et inférieures très bien conservés d'un nouveau genre de cette curieuse famille.

(1) Schlosser, *Die Affen, Lemuren, Chiropteren des europäischen Tertiärs*, Ire Partie, p. 103.

(2) H. v. Meyer, *Neues Jahrbuch für Mineralogie*, 1846, p. 473; 1865, p. 217.

(3) *Ibid.*, 1859, p. 174.

(4) Depéret, *Mammifères miocènes de la Grive-Saint-Alban (Isère) (Arch. du Muséum de Lyon*, vol. V, p. 47).

» Ces fossiles présentent, en effet, très nettement, les caractères distinctifs des Dimylidés et se rapprochent, par la grande arrière-molaire supérieure, du genre *Dimylus;* mais ils ne peuvent être rapportés ni à ce dernier genre, ni au genre *Cordylodon*.

» PLESIODIMYLUS, *nov. gen.* — Ce genre est caractérisé, à la mâchoire supérieure, par la présence d'une canine et de quatre prémolaires. La dernière prémolaire a deux denticules; la première arrière-molaire est très grande, en forme de quadrilatère irrégulier; la deuxième arrière-molaire est triangulaire et a trois tubercules.

» La série dentaire de la mâchoire inférieure n'est pas complètement connue; elle se différencie de celle des deux autres genres de Dimylidés par ses arrière-molaires étroites, allongées, toutes deux de même longueur.

» Dans le genre *Plesiodimylus*, la dentition présente un état de différenciation beaucoup plus avancé que dans les genres *Cordylodon* et *Dimylus*. La seconde arrière-molaire, qui est quadrangulaire chez le *Dimylus paradoxus*, n'est plus que triangulaire dans le genre *Plesiodimylus;* de plus, la première molaire atteint chez celui-ci, par rapport aux autres dents, un développement bien plus considérable que dans les deux genres déjà connus. La grande arrière-molaire du genre *Cordylodon* ne ressemble en rien, avec son principal denticule conique et massif, à celle du *Plesiodimylus*. La quatrième prémolaire n'est plus à une seule pointe, comme chez le *Dimylus paradoxus* ou le *Cordylodon Haslachensis;* elle est triangulaire et à double denticule et très voisine, par sa forme, de la prémolaire correspondante trituberculée des Hérissons.

» La dentition du *Plesiodimylus* offre plusieurs autres rapports de forme avec la dentition des Hérissons. Les deux arrière-molaires supérieures, entre autres, ressemblent beaucoup aux première et seconde molaires de l'*Erinaceus europæus*.

» En résumé, la série des prémolaires supérieures est plus spécialisée et réduite chez le Hérisson que chez le *Plesiodimylus;* au contraire, la série des arrière-molaires supérieures de ce dernier genre occupe, par la très grande surface de la première molaire, par la réduction avancée de la seconde et la disparition de la troisième, le degré de spécialisation le plus élevé de tous les Insectivores.

» Par suite de la rareté et de la conservation défectueuse des restes de ces petits Insectivores, la formule dentaire des genres *Dimylus* et *Cordylodon* est très imparfaitement connue. D'après M. Schlosser (*loc. cit.*, Ire Partie, p. 105), la formule dentaire probable du genre *Dimylus* serait la suivante : $\frac{3}{2}i\,\frac{0}{1}$c. $\frac{3}{3}$pm. $\frac{2}{2}$m. La formule dentaire du genre *Cordylodon* est, d'après le même auteur (*loc. cit.*, p. 106), $\frac{3}{3}i?\,\frac{0}{0}$c. $\frac{4}{3}$pm. $\frac{2}{2}$m. ou $\frac{3}{2}i\,\frac{0}{1}$c. $\frac{4}{3}$pm. $\frac{2}{2}$m.

» Les fossiles nombreux et en bon état, récoltés ces dernières années par le Muséum de Lyon, viennent heureusement combler cette lacune en faisant connaître d'une façon précise et sûre la formule dentaire du troisième genre de cette famille.

» Formule dentaire du genre *Plesiodimylus* : $\frac{3}{2}i\,\frac{1}{1}$c. $\frac{4}{3}$pm. $\frac{2}{2}$m.

» PLESIODIMYLUS CHANTREI, *n. sp.* — Cette espèce est représentée, dans les collections du Muséum de Lyon, par de nombreuses dents isolées, plusieurs fragments de mâchoires supérieures et inférieures, puis surtout par la partie antérieure de trois crânes brisés en arrière de la rangée dentaire et montrant les os de la face complètement soudés, ainsi que la voûte palatine. Ces trois crânes ont en place la double rangée dentaire, moins les incisives, dont on ne voit plus que les alvéoles.

» Les mandibules ne portent, le plus souvent, que les deux arrière-molaires; quelques-unes ont encore en place la dernière prémolaire et la canine.

» *Mâchoire supérieure.* — Les trois incisives ne sont connues que par les alvéoles. L'incisive interne était grande, son alvéole est aussi grand que les alvéoles réunis des deux autres incisives.

» La canine est haute, aiguë et biradiculée. Les trois premières prémolaires ont à peu près le même volume et la même forme; elles sont petites, coniques, à une seule pointe et deux racines.

» La quatrième prémolaire est grande, triangulaire, à deux denticules inégaux, le grand du côté externe; elle est triradiculée.

» La première arrière-molaire est très grande, de forme quadrangulaire, à quatre côtés inégaux, la muraille externe formant le plus grand côté.

» La deuxième molaire est de forme triangulaire, elle est triradiculée.

» *Mâchoire inférieure.* — Les deux incisives inférieures étaient fortes. Les alvéoles sont grands; celui de l'incisive externe est un peu plus grand que l'alvéole de l'incisive interne.

» La canine inférieure est biradiculée, elle est courte, épaisse dans le sens transversal et de même longueur que la canine supérieure.

» Les deux premières prémolaires, très petites, ont une seule racine.

» La dernière prémolaire est biradiculée, grande, de forme triangulaire, à une seule pointe, avec un talon en arrière et en dedans.

» Les deux arrière-molaires sont allongées d'avant en arrière. La couronne se compose de cinq tubercules, dont quatre sont réunis deux à deux par des crêtes tranchantes, transversales et parallèles. Le cinquième tubercule est situé en avant sur la face interne; il est bas et réuni à la crête transversale antérieure par une crête recourbée allant de l'angle antéro-interne à la face externe de la dent.

» Longueur de la rangée dentaire supérieure (C à M^2) $= 8^{mm},5$.

» Longueur de la rangée dentaire inférieure (C à M^2) $= 7^{mm}$. »

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Balance enregistrante.* Note de M. G. WEISS, présentée par M. Marey.

« Le problème que j'ai cherché à résoudre était de construire un appareil permettant de tracer la courbe de variation de poids d'un corps à l'aide d'une balance quelconque. En général, les balances enregistrantes ont leur système inscripteur solidaire de la balance même, leur usage est par

suite très limité; car, ou bien elles ne peuvent supporter de corps lourd, ou bien elles manquent de sensibilité pour les variations faibles. D'ailleurs, il y a presque toujours des résistances passives du fait du mécanisme d'inscription. Le dispositif auquel je me suis arrêté est absolument indépendant de l'instrument de pesée, il lui est relié électriquement et se prête à tout poids et à toute sensibilité. Pour réaliser ce but j'ai utilisé le principe d'Archimède déjà employé par Rédier. La balance de Rédier offrait les inconvénients signalés plus haut, elle ne pouvait guère servir que pour l'homme; de plus, les transmissions mécaniques se faisant par des intermédiaires très délicats, il y a de fréquents arrêts dans le fonctionnement de l'enregistreur.

» Pour tracer la courbe des variations de poids d'un corps, je place ce corps dans le plateau d'une balance de sensibilité appropriée et je fais la tare approximative à l'aide de grenaille de plomb et d'un vase contenant de l'eau. Un plongeur cylindrique partiellement immergé dans l'eau du vase achève d'établir l'équilibre. Si, par suite des variations du poids du corps, cet équilibre est rompu, le fléau s'incline légèrement, établit un contact et un moteur électrique immerge ou soulève le plongeur jusqu'à ramener un nouvel équilibre. Il suffit d'inscrire les déplacements du plongeur pour avoir la courbe des variations de poids du corps. Dans chaque cas, il faudra choisir convenablement le diamètre du plongeur et établir l'échelle des ordonnées à l'aide d'une expérience préalable. Afin d'éviter les grandes oscillations du fléau, on le cale de façon à ne lui laisser qn'un déplacement à peine perceptible.

» On voit qu'à l'aide des appareils courants de laboratoire on peut réaliser cet enregistrement. J'ai de plus fait construire, par M. Richard, un modèle très soigné où tout le système enregistreur est disposé sur un plateau de dimensions assez restreintes et qui peut par suite s'adapter rapidement à une balance quelconque.

» L'application la plus intéressante que j'aie faite de cet appareil est l'enregistrement des gaz de la respiration, phénomène dont je me suis beaucoup préoccupé depuis un an.

» Ce n'est que par la pesée que l'on peut arriver à une certaine précision dans ces dosages, mais généralement on n'a, de cette façon, que l'acide carbonique ou la vapeur d'eau totale pendant un laps de temps déterminé.

» Si, au contraire, on place les appareils d'absorption sur une balance munie de mon enregistreur, on a la courbe continue du phénomène pendant toute la durée d'une expérience.

» Suivant que les tubes d'absorption contiendront de la potasse ou de la ponce sulfurique, on aura l'acide carbonique ou la vapeur d'eau.

» Pour faire arriver le gaz aux tubes d'absorption sans exercer de frotte-

ment sur les plateaux de la balance, on peut se servir d'un joint hydraulique. Un autre dispositif m'a paru plus simple. Il suffit de réunir les tubes à absorption placés sur la balance aux appareils fixes par des tubes en caoutchouc très longs et très flexibles. Par suite de l'extrême petitesse des déplacements du fléau, il ne s'introduit aucune erreur du fait de ces tubes. Les courbes obtenues ainsi montrent quelle est l'extrême sensibilité de ce procédé; de plus, on a l'avantage considérable de pouvoir suivre la marche du phénomène pendant toute la durée de l'expérience. »

Observations de M. **Bouchard** *à propos de la présentation faite par M.* Marey.

« Si j'en juge par l'exposé verbal que vient de faire M. Marey, l'appareil de M. Weiss serait la bascule enregistrante de Rédier où les mouvements d'horlogerie seraient remplacés par des appareils électriques. J'utilise depuis six mois à l'étude des changements du poids de l'homme cette bascule enregistrante à équilibre constant et ai imaginé un dispositif qui la rend apte à l'étude des phénomènes physiologiques de la respiration chez l'homme, notamment à l'élimination de l'eau par la peau et par les poumons, à l'élimination de l'acide carbonique, à la consommation de l'oxygène, aux changements du poids du corps pendant la période correspondante. Cet appareil peut également renseigner sur la proportion qui appartient à la combustion et à la déshydratation dans le poids de l'eau éliminée. Il peut être également utilisé pour chercher ce qui, dans la masse de l'acide carbonique éliminé, doit être attribué au dédoublement ou à l'oxydation. »

EMBRYOLOGIE. — *Sur la vésicule ombilicale du Murin.* Note de M. **Mathias Duval**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« La vésicule ombilicale des Chéiroptères, et particulièrement du Murin, présente, dans sa morphologie et dans son histologie, quelques particularités qui ont donné lieu à des interprétations erronées. En suivant stades par stades, sans lacunes, le développement de l'embryon et de ses annexes, il nous a été facile, chez le Murin, de rétablir la véritable signification des faits.

» D'abord, au point de vue morphologique, ce développement est

remarquable par la formation tardive de l'allantoïde d'une part et, d'autre part, la grande étendue de l'aire vasculaire de la vésicule ombilicale, laquelle est, pendant un certain temps, le seul organe vasculaire parmi les annexes, et se trouve, précisément par sa partie vascularisée, immédiatement sous-jacente au placenta (ectoplacenta) en voie de formation. En présence des aspects qui en résultent, Ercolani, en 1880 (1), avait été amené à conclure que le placenta est d'abord vascularisé par la vésicule ombilicale, et que plus tard seulement, « le *vrai placenta* est vascularisé » par les vaisseaux allantoïdiens et succède au placenta, pour ainsi dire » provisoire, recevant les vaisseaux de la vésicule ombilicale ». Carl Vogt, en 1881 (2), était allé plus loin : « La vésicule ombilicale, dit-il, joue un » rôle très considérable chez toutes les chauves-souris insectivores, ... » Les vaisseaux sont portés vers le placenta par la vessie ombilicale et en » aucune façon par l'allantoïde. » Puis, après avoir indiqué la formation de la vésicule allantoïdienne, cet auteur ajoute : « Elle s'atrophie très vite » et il n'en reste plus qu'un recessus en communication avec l'intestin, » tandis que la vésicule proprement dite disparaît complètement. L'allan» toïde ne prend donc aucune part, ni directe ni indirecte, à la formation » du placenta, qui est dû uniquement à la combinaison des vaisseaux » omphalo-mésentériques de l'embryon et de ceux de la muqueuse de » l'utérus. »

» Des dispositions si paradoxales pour des Mammifères aussi élevés que les Chéiroptères, l'existence d'un placenta ombilical et non allantoïdien, méritaient des recherches attentives de contrôle. Cette étude m'a été facile au cours de mes recherches sur l'embryologie des Chéiroptères, car je suis parvenu à obtenir tous les stades du développement, sans aucune lacune. J'ai vu alors que la vésicule ombilicale, par son aire vasculaire très étendue et très riche en vaisseaux, double pendant longtemps la face inférieure ou intérieure de l'ectoplacenta ; mais elle en est toujours séparée par la fente cœlomique, par la cavité étroite et linéaire (sur les coupes) du cœlome externe ou interannexiel. Jamais les capillaires de la vésicule ombilicale ne pénètrent dans le placenta, ni dans aucune formation choriale, pas plus que normalement, chez un sujet adulte, les capillaires de l'intestin ne pénètrent dans la paroi abdominale, quelque intimes que soient les rap-

(1) B. Ercolani, *Nuove ricerche sulla placenta*, p. 813. Bologne, 1880.

(2) Carl Vogt, *Recherches sur l'embryogénie des Chéiroptères* (*Associat. pour l'avanc. des Sciences*, Congrès d'Alger, p. 699; 1881).

ports d'accolement entre cet intestin et cette paroi. Plus tard, l'allantoïde apparaît, se développe rapidement dans ce cœlome externe qu'elle envahit, s'interpose entre la vésicule ombilicale et les formations choriales, adhère à ces dernières, c'est-à-dire à l'ectoplacenta, et vascularise celui-ci.

» En même temps, la vésicule ombilicale se rétracte et se réduit à un sac irrégulièrement plissé, libre dans la large cavité du cœlome externe. C'est alors qu'elle présente des détails histologiques qui ont paru problématiques aux quelques embryologistes qui les ont constatés, à leur état achevé, sans pouvoir suivre leur développement successif. L'épithélium de sa surface externe, épithélium primitivement plat, du type endothélial (feuillet interne de la séreuse du cœlome), forme de longues villosités et ses cellules s'allongent, devenant cylindriques, quatre à cinq fois plus hautes que larges. A. Robin a signalé ces dernières dispositions observées par lui à la fin de la gestation ([1]). Après avoir décrit l'endothélium du cœlome externe, il ajoute : « Je n'ai pu, malgré des essais répétés de nitra-
» tation, en déceler l'existence à la surface de la vésicule ombilicale. Peut-
» être, s'est-il transformé pour constituer l'épithélium externe à grandes
» cellules prismatiques de cette membrane. Je ne puis cependant donner
» cette opinion, fondée sur des observations négatives, que comme une
» hypothèse et je désire qu'un plus habile que moi vérifie l'exactitude de
» mes observations. »

» Point n'est besoin d'une habileté particulière, mais seulement du soin de réunir d'abondants matériaux d'étude, de manière à avoir sous les yeux tous les stades d'une évolution et transformation cellulaire; alors les faits parlent d'eux-mêmes, sans qu'il y ait lieu à faire d'hypothèse pour combler une lacune d'observation. C'est la méthode laborieuse, mais sûre que je me suis efforcé d'employer dans toutes mes recherches d'embryologie. Ici, elle m'a montré toutes les phases de transformation de l'endothélium d'une séreuse en un épithélium cylindrique semblable à celui d'une muqueuse; c'est un nouveau fait qui vient confirmer ceux déjà connus, pour montrer que la morphologie des épithéliums est indépendante de leur origine blastodermique, et que, par exemple, les épithéliums mésodermiques peuvent affecter le type cylindrique aussi bien que ceux qui dérivent de l'ectoderme ou de l'endoderme. »

([1]) H.-A. Robin, *Recherches anatomiques sur les Mammifères de l'ordre des Chéiroptères*, p. 172. Paris, 1881.

MÉDECINE. — *Sur la statistique médicale du corps d'occupation de la Cochinchine.* Note de M. Bonnafy, présentée par M. Lannelongue.

« Conformément à la loi du 22 janvier 1852, et à ce qui se fait à la Guerre, la Marine publiera, à partir de cette année, la statistique médicale de ses forces militaires (flotte et troupes).

» En attendant, je signale à l'Académie une Étude qui vient de paraître dans les *Archives de Médecine navale* et qui nous donne la statistique du corps d'occupation d'une de nos colonies les plus importantes : la *Cochinchine*.

» Ce travail embrasse une période de vingt-huit années, de 1861 à 1888.

» La mortalité, qui était de 115 pour 1000 au début, en 1861, l'année par excellence de l'action militaire, a régulièrement baissé jusqu'à descendre à 16,9 pour 1000 comme moyenne des dix dernières années.

» Si on la compare, pendant cette même période de dix années, à celle des corps d'occupation d'autres puissances stationnées dans des pays intertropicaux, c'est-à-dire l'Inde anglaise et les Indes orientales néerlandaises, nous avons, comme mortalité comparée, le Tableau suivant :

Cochinchine	16,9 pour 1000
Inde anglaise	16,2 »
Indes orientales néerlandaises	30,3 »

» Notre mortalité, bien inférieure à la mortalité des Hollandais, est légèrement plus élevée que celle des Anglais. Mais il est juste de tenir compte des considérations topographiques suivantes :

» La Cochinchine est un pays absolument plat tandis que, dans l'Inde, les Anglais possèdent et utilisent des altitudes précieuses pour l'établissement de stationnements et de sanatoriums.

» Quant à la morbidité comparée pour cette même période, les résultats sont particulièrement à notre avantage; nous avons, en effet, comme Tableau :

Cochinchine	907 pour 1000
Inde anglaise	1521 »
Indes orientales néerlandaises	2606 »

» De son travail l'auteur tire deux conclusions : d'abord, l'âge minimum

auquel le soldat peut servir utilement aux colonies serait vingt-deux ans.

» Il est à remarquer que c'est précisément la limite fixée pour les soldats anglais servant dans l'Inde.

» En second lieu, l'auteur estime qu'il serait bon de promulguer dans les colonies, et spécialement dans l'Indo-Chine dont le corps d'occupation est actuellement de 20000 hommes, la loi du 7 juillet 1877 sur l'hospitalisation des militaires dans les établissements civils, loi par laquelle les soldats sont placés dans des salles spéciales, dites *salles* militaires, et traités par leurs médecins militaires, ordinairement les médecins régimentaires de la garnison.

» Si l'on tient compte des bons résultats qu'a produits cette loi dans la métropole et du fait que, par un décret de mai 1896, elle a été promulguée en Algérie, on peut se demander, en effet, pourquoi on n'en ferait pas profiter les troupes de la marine stationnées aux colonies. »

MÉDECINE. — *Sur des cas d'érythème radiographique des mains.* Note de MM. **Paul Richer** et **Albert Londe**, présentée par M. d'Arsonval.

« Nous désignons, sous ce nom, une affection cutanée spéciale, produite sous l'action longtemps prolongée des rayons X, et qu'il nous a été donné d'observer récemment chez deux sujets.

» Dans les deux cas, la peau de la face dorsale des mains n'a subi l'altération spéciale que nous signalons ici qu'à la suite d'une exposition prolongée aux rayons X, exposition durant plusieurs heures par jour et se répétant pendant plusieurs mois consécutifs. Il faut ajouter que les rayons employés étaient toujours d'une grande intensité. Ces circonstances vraiment exceptionnelles ne se sont rencontrées que parce qu'il s'agit de deux électriciens de profession qui, dès le début de la découverte de Röntgen, se sont livrés avec ardeur à l'étude des nouveaux rayons.

» C'est peu à peu que ces Messieurs ont vu la peau de leurs mains subir une altération qui, en deux ou trois mois, a atteint le degré de développement que nous observons aujourd'hui, et qui les obligent à interrompre leurs travaux ou, tout au moins, à prendre des précautions spéciales.

» L'affection siège exclusivement aux mains, parce que les mains, servant, par leur interposition, à comparer les divers degrés de fluorescence des écrans, ont surtout été exposées à l'action des rayons X.

» Cette affection cutanée présente les caractères suivants :

» La peau est lisse, luisante, rouge, violacée, offrant un peu la coloration des engelures.

» La surface en est durcie, comme parcheminée. La peau paraît un peu épaissie et se laisse plus difficilement déplacer sur les parties profondes.

» Les plis, rides et sillons sont très accentués; et le fond des plis, d'aspect blanchâtre s'ulcère quelquefois. Il se produit alors quelque chose d'analogue aux crevasses survenant sous l'influence du froid.

» L'épiderme s'écaille et s'enlève par places. La face palmaire, chez l'un de nos sujets, présente le même aspect de sécheresse, de dureté et de plis blanchâtres.

» Les poils de la face dorsale de la main et des doigts ont complètement disparu, et leur place est marquée d'un point noir correspondant au bulbe pileux. Sur un de nos sujets, l'annulaire muni d'une grosse bague en or a conservé à ce niveau, à l'endroit circulaire recouvert par le bijou, l'aspect normal de la peau. A la face dorsale existe encore une petite touffe de poils, les seuls qui persistent sur toute la main.

» Les ongles n'ont pas subi une altération moins profonde. Ils sont aplatis, amincis, friables, striés comme plissés longitudinalement et douloureux à la pression. On est en droit de se demander si, comme les poils, ils ne finiraient pas à la longue par disparaître.

» Les mouvements des doigts et de la main, dans leur ensemble, sont gênés par la raideur de la peau. On observe un léger degré de tremblement. La force musculaire n'a pas paru diminuée et il n'y a pas d'émaciation.

» Il n'existe pas de douleurs, à proprement parler, mais une sensation de gêne et, par instants, à l'extrémité des doigts, une sensation de serrement analogue à celle produite par des gants trop étroits.

» En même temps, le sens du toucher est légèrement obscurci. Par contre, chez l'un de nos sujets, le plus gravement atteint, il se serait développé une sensibilité spéciale. Il prétend, en effet, qu'il peut reconnaître la présence et l'intensité des rayons X à une sensation de chaleur spéciale sur sa main, sensation qu'il dit ne pas confondre avec les picotements des effluves électriques.

» La marche lentement mais nettement progressive de l'affection nous a conduits à donner à nos deux sujets le conseil d'interrompre, tout au moins momentanément, leurs travaux dans la crainte que ce qui n'est maintenant qu'une gêne et une incommodité ne devienne, en s'aggravant, une affection sérieuse, d'une guérison difficile et peut-être incertaine. »

MM. Luys et David adressent une Note « Sur l'application de la Photographie à l'enregistrement des effluves qui se dégagent des êtres vivants à l'état normal et pathologique ».

M. E.-M. **Pozzi** adresse une Note « Sur les aurores boréales ».

M. G. **Perry** adresse une Note relative à une équation générale des fluides.

M. **Marécaux** adresse la description d'un procédé pour la destruction des criquets.

La séance est levée à 4 heures et demie. M. B.

ERRATA.

(Séance du 24 mai 1897.)

Note de M. *H. Faye*, Nouvelle étude sur les tempêtes et les trombes ou tornados :

Page 1134, ligne 9, *au lieu de* Mme Mark Harrigton, *lisez* Mme Mark Harrington.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU MARDI 8 JUIN 1897,

PRÉSIDENCE DE M. A. CHATIN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Sur les périodes des intégrales doubles et le développement de la fonction perturbatrice.* Note de M. **H. Poincaré.**

« On sait que le développement de l'expression

$$\frac{1}{(a^2 - 2aa'\cos\varphi - a'^2)^{\frac{s}{2}}}, \tag{1}$$

suivant les cosinus des multiples de φ, a été très bien étudié. Les coefficients de ce développement, qui sont connus sous le nom de *coefficients de Laplace*, jouissent de propriétés curieuses.

» Ce sont des fonctions transcendantes du rapport $\frac{a'}{a}$; mais ces transcen-

dantes sont liées par des relations de récurrence, de telle façon qu'elles s'expriment à l'aide de deux transcendantes distinctes seulement.

» D'autre part, chacune de ces transcendantes satisfait à une équation différentielle linéaire à coefficients rationnels.

» L'expression (1) n'est autre chose (pour $s = 1$) que la fonction perturbatrice dans le cas où les deux excentricités et l'inclinaison sont nulles.

» La théorie des périodes des intégrales doubles montre que le développement de la fonction perturbatrice, dans des cas plus généraux, peut encore jouir de propriétés analogues.

» Supposons d'abord les deux excentricités nulles, mais l'inclinaison différente de zéro.

» On verrait que les coefficients de développement sont des fonctions transcendantes des éléments, mais ces fonctions sont liées entre elles par des fonctions de récurrence, de telle façon qu'il n'y a que cinq transcendantes distinctes.

» Si les excentricités ne sont pas nulles, il y a plus de difficulté. Mais supposons que, au lieu de développer suivant les sinus et cosinus des multiples des anomalies moyennes, on développe suivant les sinus et cosinus des multiples des anomalies excentriques. (Dans le cas précédent, les excentricités étant nulles, l'anomalie excentrique se confondait avec l'anomalie moyenne.) Les coefficients de ce développement sont encore des fonctions transcendantes des éléments, mais entre lesquelles il y a des relations de récurrence, de telle façon qu'il n'y ait au plus que seize transcendantes distinctes.

» D'autre part, ces coefficients satisfont à des équations différentielles linéaires à coefficients rationnels, de telle façon que leurs dérivées partielles des divers ordres puissent s'exprimer à l'aide d'un nombre fini d'entre elles.

» Revenons au développement procédant suivant les multiples des anomalies moyennes. Il n'y aura plus entre les coefficients de relations de récurrence à coefficients rationnels, ou du moins je n'en ai pas trouvé. Mais les coefficients du développement, considérés comme fonctions des éléments, satisfont encore à des équations différentielles linéaires, de telle façon que les dérivées partielles des divers ordres de l'un de ces coefficients puissent s'exprimer à l'aide d'un nombre fini d'entre elles. »

HYDRODYNAMIQUE. — *Théorie générale des régimes graduellement variés dans l'écoulement tourbillonnant des liquides : formules de première approximation;* par **M. J. Boussinesq.**

« I. Le rapport de la vitesse moyenne U à la vitesse u_0 au milieu du fond s'obtiendra, par suite ([1]), en prenant la moyenne des valeurs du second membre de (11) sur toute l'aire σ de la section fluide; ce qui donne, comme généralisation de notre formule (31) de régime uniforme ([2]), si $\mathfrak{M}F_2$ désigne la valeur moyenne de la fonction $F_2(\eta, \zeta)$,

$$(12) \qquad \frac{U}{u_0} = 1 + (k\mathfrak{M}F_1)\sqrt{B_0} + \frac{k}{g\sqrt{B_0}u_0^2}\frac{\sigma}{\chi}\mathfrak{M}F_2.$$

» On voit qu'il suffirait de connaître $\mathfrak{M}F_2$ pour pouvoir tirer de (12) la vitesse u_0, au milieu du fond, en fonction de la vitesse moyenne ou de débit U; après quoi, la substitution de cette valeur de u_0 dans l'équation (5) donnerait, entre la vitesse moyenne, le rayon moyen, la pente motrice et l'accélération moyenne $\mathfrak{M}u'$, une relation, propre à jouer dans les régimes graduellement variés le rôle capital de l'équation usuelle $\frac{\sigma}{\chi}I = bU^2$ dans le régime uniforme. Or l'expression désirée de $\mathfrak{M}F_2$ se déduit aisément des équations (9) et (10) définissant F_1 et F_2, sans qu'on ait, à beaucoup près, besoin de les intégrer.

» II. Ajoutons, en effet, les premières équations (9) et (10), respectivement multipliées par $F_2\,d\sigma$ et par $-F_1\,d\sigma$; et observons que $d\sigma$, ou $dy\,dz$, est le produit du carré du rayon moyen par l'élément d'aire $d\eta\,d\zeta$ dans la section semblable de rayon moyen 1. Puis intégrons les résultats dans toute l'étendue de celle-ci, après avoir remplacé les différences

$$F_2\frac{d}{d\eta}\left(F\frac{dF_1}{d\eta}\right) - F_1\frac{d}{d\eta}\left(F\frac{dF_2}{d\eta}\right), \qquad F_2\frac{d}{d\zeta}\left(F\frac{dF_1}{d\zeta}\right) - F_1\frac{d}{d\zeta}\left(F\frac{dF_2}{d\zeta}\right)$$

par $\frac{d}{d\eta}\left(F_2.F\frac{dF_1}{d\eta} - F_1.F\frac{dF_2}{d\eta}\right)$, $\frac{d}{d\zeta}\left(F_2.F\frac{dF_1}{d\zeta} - F_1.F\frac{dF_2}{d\zeta}\right)$. Les termes où paraissent ces différences se transformeront, à la manière ordinaire, en intégrales de contour, que les secondes relations (9), (10) simplifieront et réduiront à la partie mouillée du contour. Revenons enfin à la section

---

([1]) Voir le précédent *Compte rendu*, p. 1196.
([2]) *Comptes rendus*, 6 juillet 1896, t. CXXIII, p. 8.

effective σ et à son contour mouillé χ, en multipliant les différentielles sous les signes $\int$ par les facteurs convenables. Alors, si $\mathfrak{M}(F_1 u')$ désigne la valeur moyenne du produit $F_1(\eta, \zeta)u'$ dans toute l'étendue σ, nous aurons, après avoir divisé par σ,

$$(13)\qquad -\int_\chi f F_2 \frac{d\chi}{\chi} + \mathfrak{M}f.\mathfrak{M}F_2 = \mathfrak{M}F_1.\mathfrak{M}u' - \mathfrak{M}(F_1 u').$$

» Dans cette relation, le premier terme égale évidemment le produit de $\mathfrak{M}f$ par une valeur de F_2 intermédiaire entre la plus petite et la plus grande que prenne cette fonction le long du contour mouillé χ. Or, si les vitesses, aux divers points de la paroi, étaient réparties dans le mouvement varié comme dans le mouvement uniforme, on y aurait, d'après (8), $F_2 = 0$, le premier membre de (8) s'y réduisant à $F_1(\eta, \zeta)$. Sans avoir besoin d'admettre qu'il en soit rigoureusement ainsi, il est clair, par analogie avec ce qui a lieu dans le régime uniforme, que les écarts relatifs de vitesse, propres au mouvement varié, seront bien moindres le long du contour mouillé que dans tout l'intérieur de la section. Autrement dit, la fonction F_2 se maintiendra, le long de χ, beaucoup plus voisine que dans l'aire σ de sa valeur zéro réalisée au milieu du fond. Donc le premier terme de (13) est négligeable devant le deuxième, et cette relation donne

$$(14)\qquad \mathfrak{M}F_2 = \frac{\mathfrak{M}F_1\,\mathfrak{M}u' - \mathfrak{M}(F_1 u')}{\mathfrak{M}f}.$$

» III. Telle est l'expression de $\mathfrak{M}F_2$ à substituer dans (12). Remplaçons ensuite le binome $1 + k\sqrt{B_0}\,\mathfrak{M}F_1$ par sa valeur, $\sqrt{\frac{B_0\mathfrak{M}f}{b}}$, contenant le coefficient usuel b qui entre dans la formule du régime uniforme [1], et mettons d'ailleurs cette valeur en facteur commun au second membre. Nous aurons

$$(15)\qquad \frac{U}{u_0} = \sqrt{\frac{B_0\mathfrak{M}f}{b}}\left[1 + k\sqrt{\frac{b}{\mathfrak{M}f}}\,\frac{\sigma}{\chi}\,\frac{\mathfrak{M}F_1\,\mathfrak{M}u' - \mathfrak{M}(F_1 u')}{g B_0 u_0^2 \mathfrak{M}f}\right],$$

expression où le terme qui suit l'unité dans la parenthèse sera très petit et aura son carré négligeable, puisque nous admettons *ici* un mode de distribution des vitesses voisin de celui du régime uniforme. Comme on veut avoir u_0^2 en fonction de U^2, il reste à renverser cette valeur du quotient de U par u_0 et à l'élever au carré, en employant d'ailleurs la formule du binome et en substituant à $B_0 u_0^2 \mathfrak{M}f$, dans le terme en u', sa valeur de

(1) *Comptes rendus*, t. CXXIII, p. 8; 6 juillet 1896, formules (32) et (33).

première approximation $b\mathrm{U}^2$. Il vient, pour représenter (au facteur près ρg) le frottement extérieur moyen $\mathrm{B}_0 u_0^2 \mathfrak{M} f$ par unité d'aire, la formule

$$(16) \qquad \mathrm{B}_0 u_0^2 \mathfrak{M} f = b\mathrm{U}^2 - 2k\sqrt{\frac{b}{\mathfrak{M} f}}\frac{\sigma}{\chi}\frac{\mathfrak{M}\mathrm{F}_1 \mathfrak{M} u' - \mathfrak{M}(\mathrm{F}_1 u')}{g}.$$

» On donne au second membre une signification plus intuitive en observant que F_1 et $k\sqrt{\frac{b}{\mathfrak{M} f}}$ reviennent, d'après (8) et (15), dans les petits termes où u' est en facteur, à $\frac{u - u_0}{u_0 k\sqrt{\mathrm{B}_0}}$, $k\frac{u_0\sqrt{\mathrm{B}_0}}{\mathrm{U}}$, et ont pour produit $\frac{u - u_0}{\mathrm{U}}$. Alors u_0 s'élimine du dernier terme de (16); et, en indiquant finalement par $(u^2)'$ la dérivée complète de u^2 relative au temps, c'est-à-dire sa dérivée $2uu'$ prise en suivant une même particule, par $\mathfrak{M}(u^2)'$ la valeur moyenne de $(u^2)'$, il vient

$$(17) \qquad \mathrm{B}_0 u_0^2 \mathfrak{M} f = b\mathrm{U}^2 + \frac{1}{g}\frac{\sigma}{\chi}\left[\frac{\mathfrak{M}(u^2)'}{\mathrm{U}} - 2\mathfrak{M} u'\right].$$

Telle est la valeur de $\mathrm{B}_0 u_0^2 \mathfrak{M} f$ qu'il faudra porter dans l'équation (5), où figure la pente motrice I. Résolue par rapport à I, cette équation sera

$$(18) \qquad \mathrm{I} = b\mathrm{U}^2\frac{\chi}{\sigma} + \frac{1}{g}\left[\frac{\mathfrak{M}(u^2)'}{\mathrm{U}} - \mathfrak{M} u'\right].$$

» IV. Il manque encore à son dernier terme et à celui de (17) d'être reliés le plus simplement possible à la vitesse moyenne U ou à ses dérivées partielles en x et t.

» Pour y parvenir, démontrons d'abord la formule générale suivante, où il s'agit de tout courant fluide, permanent ou non permanent, dont les particules, d'une densité ρ constante ou variable, possèdent des vitesses V ayant, à l'époque t, les composantes u, v, w suivant des x, y, z fixes et où, U étant la vitesse moyenne (de *débit*) suivant l'axe des x, à travers les sections σ normales à cet axe et fonctions, comme elle-même, de x et de t, τ désigne d'ailleurs toute fonction continue des quatre variables t, x, y, z, enfin, τ', sa dérivée *complète* par rapport au temps, ou dérivée prise en suivant durant l'instant dt la particule venue en (x, y, z) à l'époque t :

$$(19) \qquad \int_\sigma \rho\tau'\, d\sigma = \frac{d}{dt}\int_\sigma \rho\tau\, d\sigma + \frac{d}{dx}\int_\sigma \rho u\tau\, d\sigma.$$

» Considérons, en effet, à l'époque t, la somme $\Sigma m\tau'$, pour toutes les particules $m = \rho\, d\sigma\, dx$ comprises dans le volume fluide $\int_x^{x+\Delta x} dx \int_\sigma d\sigma$, que limitent les sections σ, σ' ayant deux abscisses voisines et constantes x,

$x+\Delta x$; et soient τ_1 la valeur, à l'époque $t+dt$, de la fonction τ pour la particule m, σ_1 la section fluide correspondant, pour la même époque $t+dt$, à chaque abscisse intermédiaire entre x et $x+\Delta x$. Il est clair que

$$(20)\qquad \sum m\tau' = \frac{1}{dt}(\Sigma m\tau_1 - \Sigma m\tau),$$

et, d'autre part, que $\Sigma m\tau'$, $\Sigma m\tau$ ont les deux expressions respectives

$$\int_x^{x+\Delta x} dx \int_\sigma \rho\tau' d\sigma \quad \text{et} \quad \int_x^{x+\Delta x} dx \int_\sigma \rho\tau d\sigma.$$

» Pour évaluer $\Sigma m\tau_1$, observons que la masse Σm comprend, à l'époque $t+dt$, la tranche fluide limitée par les deux sections σ_1 d'abcisses $x, x+\Delta x$, où les particules m se grouperont en éléments de volume $dx d\sigma_1$ donnant les éléments d'intégrale $dx\,\rho\tau\,d\sigma_1$, moins le fluide, $\rho(u\,dt)d\sigma$ à fort peu près, entré par chaque élément de la première section durant l'instant dt, et donnant l'élément d'intégrale $-dt\rho u\tau d\sigma$, plus enfin le fluide analogue $\rho(udt)d\sigma'$ sorti dans le même instant par chaque élément de la dernière section σ' et fournissant à l'intégrale l'élément $dt\rho u\tau\,d\sigma'$. La somme $\Sigma m\tau_1$ sera donc

$$\int_x^{x+\Delta x} dx \int_{\sigma_1} \rho\tau\, d\sigma_1 + dt\left(\int_{\sigma'} \rho u\tau\, d\sigma' - \int_\sigma \rho u\tau\, d\sigma\right) = \int_x^{x+\Delta x} dx\left(\int_{\sigma_1} \rho\tau\, d\sigma_1 + dt\frac{d}{dx}\int_\sigma \rho u\tau\, d\sigma\right).$$

» Divisons par dt son excédent sur l'expression de $\Sigma m\tau$, et nous aurons évidemment, d'après (20),

$$\int_x^{x+\Delta x} dx \int_\sigma \rho\tau'\, d\sigma = \int_x^{x+\Delta x} dx\left(\frac{d}{dt}\int_\sigma \rho\tau\, d\sigma + \frac{d}{dx}\int_\sigma \rho u\tau\, d\sigma\right);$$

ce qui, en supposant Δx infiniment petit, revient bien à la formule (19).

» V. Une première application, *indispensable*, de (19) s'obtient en posant $\tau = 1$, de manière à exprimer la conservation de la masse fluide Σm. Dans le cas auquel nous nous bornons d'un liquide, il vient ainsi, après suppression du facteur alors constant ρ, et en observant que U est la valeur moyenne de u sur toute l'aire σ, l'*équation de continuité en* U *et* σ, savoir

$$(21)\qquad \frac{d\sigma}{dt} + \frac{d.\sigma U}{dx} = 0.$$

» Posons maintenant, dans (19), $\tau =$ soit u, soit u^2; et faisons d'ailleurs

$$(22)\qquad \int_\sigma \left(\frac{u}{U}\right)^2 \frac{d\sigma}{\sigma} = 1 + \eta, \qquad \int_\sigma \left(\frac{u}{U}\right)^3 \frac{d\sigma}{\sigma} = \alpha,$$

où η désigne ainsi l'excédent sur l'unité, toujours positif, du rapport du carré moyen des vitesses u à travers une section au carré de leur moyenne U, et où α, peu différent, comme on sait, de $1+3\eta$, est, suivant l'usage des hydrauliciens, le rapport analogue du cube moyen des vitesses u au cube de la vitesse moyenne. La formule (19), divisée par $\rho\sigma$, donnera

$$(23) \qquad \mathfrak{M}u' = \frac{1}{\sigma}\left[\frac{dU\sigma}{dt} + \frac{d(1+\eta)U^2\sigma}{dx}\right], \qquad \mathfrak{M}(u^2)' = \frac{1}{\sigma}\left[\frac{d(1+\eta)U^2\sigma}{dt} + \frac{d\alpha U^3\sigma}{dx}\right].$$

Dédoublons les termes où figure une dérivée en x, en y considérant $(1+\eta)U^2\sigma$, $\alpha U^3\sigma$ comme produits de $U\sigma$ par $(1+\eta)U$ ou par αU^2; puis éliminons, grâce à (21), la dérivée de $U\sigma$ en x. Il vient, après quelques réductions évidentes,

$$(24) \qquad \begin{cases} \mathfrak{M}u' = \dfrac{dU}{dt} + U\dfrac{d.(1+\eta)U}{dx} - \eta\dfrac{U}{\sigma}\dfrac{d\sigma}{dt}, \\ \mathfrak{M}(u^2)' = \dfrac{d.(1+\eta)U^2}{dt} + U\dfrac{d.\alpha U^2}{dx} - (\alpha - 1 - \eta)\dfrac{U^2}{\sigma}\dfrac{d\sigma}{dt}. \end{cases}$$

» Enfin ces valeurs, portées dans (18) et (17), donneront aisément les expressions désirées de la pente motrice et du frottement extérieur moyen par unité d'aire (au facteur près ρg) :

$$(25) \qquad \begin{cases} I = bU^2\dfrac{\chi}{\sigma} + (2\alpha - 1 - \eta)\dfrac{d}{dx}\dfrac{U^2}{2g} \\ \qquad + \dfrac{1+2\eta}{g}\dfrac{dU}{dt} - \dfrac{\alpha - 1 - 2\eta}{g}\dfrac{U}{\sigma}\dfrac{d\sigma}{dt} + \dfrac{U}{g}\left(U\dfrac{d.\alpha - \eta}{dx} + \dfrac{d\eta}{dt}\right), \end{cases}$$

$$(26) \qquad \begin{cases} B_0 u_0^2\mathfrak{M}f = bU^2 + 2(\alpha - 1 - \eta)\dfrac{\sigma}{\chi}\dfrac{d}{dx}\dfrac{U^2}{2g} + \dfrac{2\eta}{g}\dfrac{\sigma}{\chi}\dfrac{dU}{dt} \\ \qquad + \dfrac{1+3\eta-\alpha}{g}\dfrac{U}{\chi}\dfrac{d\sigma}{dt} + \dfrac{\sigma}{\chi}\dfrac{U}{g}\left(U\dfrac{d.\alpha - 2\eta}{dx} + \dfrac{d\eta}{dt}\right). \end{cases}$$

» VI. Les coefficients $2\alpha - 1 - \eta$, $1 + 2\eta$, $\alpha - 1 - 2\eta$, $2(\alpha - 1 - \eta)$, 2η, $1 + 3\eta - \alpha$, calculés par les relations (22) qui définissent η et α, pourront être réduits à leurs valeurs sensiblement constantes de régime uniforme, dans tous les écoulements assez graduellement variés pour que le mode de distribution des vitesses diffère peu de ce qu'il est dans ce régime; car ces coefficients multiplient des dérivées de U ou de σ petites du premier ordre, et les parties de η, α ajoutées par de pareilles variations de régime n'apporteraient aux termes considérés que des corrections non linéaires, supposées négligeables.

» De plus, dans les écoulements graduellement variés auxquels nous voulons nous borner d'abord, et où se feront assez lentement les change-

ments de *forme* de σ influant sur les valeurs de régime uniforme de η et α, les petites parties variables de ces coefficients seront, comme celles mêmes que contiendra le rapport de u à U et d'où elles proviendront, de l'ordre des dérivées partielles premières de U ou de σ; et leurs dérivées en x ou en t atteindront, par suite, comme les dérivées secondes de U ou de σ, le deuxième ordre de petitesse. C'est dire qu'*à une première approximation, le dernier terme, double, de chacune des équations* (25) *et* (26) *sera négligeable.*

» Les deux équations (25) et (26) auront ainsi leurs seconds membres réduits aux quatre premiers termes; et les quatrièmes, affectés des coefficients $\alpha - 1 - 2\eta$, $1 + 3\eta - \alpha$, très petits par rapport aux coefficients précédents, seront même peu sensibles. On pourra dire, en particulier, que *la pente motrice* I *se divise en trois parties principales, employées respectivement, l'une,* $b\mathrm{U}^2\frac{\chi}{\sigma}$, *à vaincre le frottement extérieur de régime uniforme; la deuxième,* $(2\alpha - 1 - \eta)\frac{d}{dx}\left(\frac{\mathrm{U}^2}{2g}\right)$, *à accélérer d'amont en aval le mouvement,* en y accroissant *la hauteur due à la vitesse moyenne* U; enfin, *la troisième,* $\frac{1+2\eta}{g}\frac{d\mathrm{U}}{dt}$, *à accélérer le mouvement sur place.* D'après la formule (26), le frottement extérieur moyen par unité d'aire comprend pareillement trois parties principales, dont les deux dernières, dépendant des mêmes variations du mouvement, montrent que, *à égalité de vitesse moyenne* U, *la vitesse au fond* u_0 *croît quand le mouvement s'accélère ainsi soit d'amont en aval, soit sur place.* Ces accélérations tendent donc à égaliser les vitesses à travers chaque section.

» VII. L'hypothèse, faite ici, d'un mode de distribution des vitesses peu différent de celui du régime uniforme, astreint évidemment, dans la formule (26), les termes qui suivent $b\mathrm{U}^2$ à être notablement moindres que $b\mathrm{U}^2$; sans quoi le rapport de u_0 à U enserait trop altéré. Mais, heureusement, les coefficients $2(\alpha - 1 - \eta)$, 2η, $1 + 3\eta - \alpha$ de ces termes sont de petites fractions des coefficients correspondants $2\alpha - 1 - \eta$, $1 + 2\eta$, $\alpha - 1 - 2\eta$ dans la formule (25); car η ne dépasse guère 0,02 ou 0,03 (sauf dans le cas de parois très rugueuses) et α égale $1 + 3\eta$, à un écart près de l'ordre de $\eta\sqrt{\eta}$. Aussi le terme $b\mathrm{U}^2$ pourra-t-il, dans (26), être, comme on l'admet, très supérieur à ceux qui le suivent, sans que, dans (25), les termes correspondant à ceux-ci, ou dus à la variation du mouvement, soient tenus d'être moindres que le terme en b. Autrement dit, *grâce aux inégalités modérées des vitesses à travers chaque section dans les écoulements tourbillonnants, le régime peut y être graduellement varié tout en différant beaucoup d'un régime*

uniforme. De là, le champ étendu d'application et l'utilité de l'équation (25) ».

CHIMIE. — *Action de la lumière sur les mélanges de chlore et d'hydrogène* (¹); par MM. ARMAND GAUTIER et H. HÉLIER.

« L'expérience nous ayant montré que l'union du chlore à l'hydrogène, secs ou humides, ne se fait pas à l'obscurité, et qu'avec une excessive lenteur sous l'action des lumières artificielles faibles, telles que celle d'une bougie (¹), nous avons eu recours à des lumières artificielles plus intenses et, dans quelques cas, au rayonnement solaire, en agissant sur des volumes gazeux assez grands pour pouvoir mesurer exactement les faibles quantités d'acide chlorhydrique produit. Le mélange *chlore* et *hydrogène* était introduit, tantôt sec, tantôt humide, dans des ballons de verre d'un peu plus d'un litre, munis d'une tubulure semi-capillaire de $0^m,20$ de long, réunie à un tube plongeant dans le mercure. Une tubulure latérale permettait, après avoir fait le vide (²), d'introduire successivement les deux gaz. On opérait dans une pièce à température constante. On connaissait chacun des volumes de gaz introduits en mesurant la température et la dépression mercurielle correspondant à leur introduction. Le ballon plein, on détachait le tube trempant dans le mercure et l'on approchait de la tubulure effilée un peu de mastic fondu qui la fermait. On soumettait alors le mélange gazeux à la lumière.

» Après qu'elle avait agi, on réunissait par un bon caoutchouc la tubulure du ballon à un long tube à robinet de verre plein d'eau plongeant dans le mercure, et l'on cassait la pointe effilée de la tubulure du ballon. En en refroidissant légèrement la surface avec quelques gouttes d'éther, l'eau du tube, de volume connu, pénétrait dans le ballon, absorbait l'acide chlorhydrique formé, ainsi qu'un peu de chlore, et le mercure montant dans le tube indiquait, après que la température s'était rétablie, la pression intérieure des gaz résiduels. Avec ces données, et en tenant compte de la tension de la vapeur d'eau qui pénètre dans le milieu gazeux préala-

(¹) Voir même Volume, p. 1132.

(²) On a dit que les ballons avaient été, au préalable, lavés à l'acide bouillant, à l'eau, puis séchés très exactement dans le vide à 110° lorsqu'il le fallait.

blement sec, il était facile de déduire la diminution de volume répondant à l'absorption de l'acide chlorhydrique et à la dissolution d'un peu de chlore dans le volume d'eau introduit. On absorbait ensuite le chlore résiduel en faisant pénétrer dans le ballon de la potasse en excès, et l'on analysait enfin le résidu inabsorbable, généralement formé d'hydrogène mêlé d'un peu d'air.

» Voici maintenant nos résultats :

» *Influence de l'humidité sur la combinaison des gaz chlore et hydrogène illuminés.* — Un ballon sec et un ballon semblable humide, d'un litre environ de capacité, remplis d'un mélange à volumes égaux de chlore et d'hydrogène et exposés côte à côte à la lumière diffuse du laboratoire durant une journée de novembre et par temps couvert, furent examinés en même temps par la méthode qu'on vient de décrire. Dans le ballon à gaz secs, la proportion de HCl formé était de 2,55 pour 100. Dans le ballon humide, cette proportion atteignait 60,03 pour 100. Le ballon à gaz secs, devenu humide après introduction d'un peu d'eau, fut laissé encore dix heures à la même lumière diffuse; après ce temps, une nouvelle lecture donna 52,9 d'acide chlorhydrique formé pour 100 de mélange de gaz.

» Des résultats semblables furent observés sur des ballons exposés en plein air au rayonnement direct d'un soleil un peu embrumé et par une froide après-midi d'automne :

	HCl formé pour 100 du mélange H + Cl.
Ballon de 1077^{cc} rempli du mélange *chlore + hydrogène secs* à volumes égaux, exposé une heure au soleil................	6,7
Ballon de 1103^{cc} rempli du mélange *chlore + hydrogène humides* à volumes égaux, exposé une heure au soleil.........	92,5

» On voit l'influence remarquable qu'exerce la vapeur d'eau à la lumière diffuse du jour ou par un soleil voilé.

» Ces expériences ont été maintes fois répétées toujours avec mêmes résultats. Elles montrent que la présence de l'eau active singulièrement la combinaison du chlore à l'hydrogène qu'on illumine, d'une part, en diminuant considérablement la tension de l'acide chlorhydrique qui tend à se former, de l'autre, et surtout en vertu de réactions intermédiaires d'où résultent, à l'état naissant, des composés oxygénés du chlore qui tendent à se former chaque fois que la lumière, même diffuse, agit sur les solutions aqueuses de ce gaz. Ces composés se réduisent ensuite en présence de l'hy-

drogène (¹):

1° $Cl^2 + H^2O = ClHO + HCl$,

et, 2° $ClHO + 2H = H^2O + HCl$.

» On sait, en effet, que la lumière seule tend à dissocier l'acide hypochloreux qui, en présence de l'hydrogène en excès, reproduit de l'eau et donne de l'acide chlorhydrique, et ainsi de suite continûment.

» *Action de lumières étalonnées sur les mélanges de chlore et d'hydrogène. Influence du temps et de l'acide chlorhydrique formé.* — De nos premières expériences il résultait que, pour agir sensiblement sur les mélanges de chlore et d'hydrogène secs et purs au moyen de lumières artificielles, il convient de s'adresser à une source lumineuse assez intense, continue et constante.

» Dans ce but, après avoir pris l'avis de M. Violle, nous nous sommes adressés à une lampe spéciale dite à l'*albocarbon*, lampe à huit becs où l'on brûle, à pression constante, le gaz ordinaire carburé dans de la naphtaline fondue maintenue à une température presque invariable (²). Ces lampes donnent une lumière brillante et très égale qui répondait, pour la nôtre, à 14,5 carcels ou à 145 bougies de l'Étoile. Les mesures photométriques que nous en avons faites, avec l'aide de M. P. Broca, nous ont montré que les variations d'intensité n'atteignaient pas, dans les vingt-quatre heures, 3,5 pour 100.

» Les ballons scellés, pleins du mélange chlore et hydrogène, furent suspendus à 1^m de la source lumineuse et soumis à son action durant des temps variables. Le mélange gazeux était ensuite analysé par la méthode indiquée ci-dessus.

» Voici d'abord nos résultats avec des gaz secs :

(¹) M. E. Becquerel avait déjà vu que l'eau a une influence dans les explosions de chlore et d'hydrogène qui peuvent se faire, même à l'obscurité, lorsque le chlore humide a été insolé préalablement, explosions que Draper avait attribuées à un état allotropique du chlore.

(²) Les lampes à acétylène que l'on possède aujourd'hui n'existaient pas au moment où nous faisions ces expériences; mais pourvu que le gaz d'éclairage reste à la même pression et que l'on maintienne la naphtaline à une température constante, les lampes à l'albocarbon ont une blancheur de lumière et une fixité d'éclat tout à fait comparables à celles des lampes à l'acétylène.

Nos des ballons [1].	Durée totale d'exposition à la lumière.	Composition initiale du mélange.	H Cl total formé.	Rapport de H Cl formé à 100 vol. H + Cl éclairé.	Durée de chaque exposition divisée en périodes successives.	Quantité de H Cl formé, calculée par heure et pour 100 parties de H + Cl existant au début de chacune des périodes successives.
19	2^h30^m	Cl = 47,33 H = 48,53 air = 4,20 100,06	5,06 cc	5,3	1re période (2^h30^m)	2,1
20 et 15	5^h30^m	Cl = 47,0 H = 47,3 air = 5,7 100,0	12,7	13,7	1re période (2^h30^m) 2e période (3^h)	2,1 2,8
16 et 6	46^h	Cl = 47,2 H = 47,0 air = 6,0 100,2	48,4	51,65	1re période (2^h30^m) 2e période (3^h) 3e période (40^h30^m)	2,1 2,8 0,94
2 et 7	237^h	Cl = 47,8 H = 46,8 air = 5,9 100,5	85,0	92,0	1re période (2^h30^m) 2e période (3^h) 3e période (40^h30^m) 4e période (196^h30^m)	2,1 2,8 0,94 0,205

» Des observations analogues ont été faites en se servant de la lumière du jour. Ces expériences peuvent se pratiquer sans danger, même au soleil, pourvu que les gaz soient parfaitement secs et purs, du moins par un soleil d'automne. Voici nos nombres pour des volumes de gaz H + Cl sensiblement égaux :

Nos des ballons.	Volumes des ballons.	Temps total d'exposition au soleil.	Mode d'exposition.	H Cl formé pour 100 parties de H + Cl initial.	H Cl formé par heure.
5	1144 cc	0^h30^m	Soleil d'automne	4,7	9,4
9	1077	1^h30^m	Même exposition, même jour	10,1	6,7
14	1047	Du 30 octobre au 9 novembre	Même exposition	74,0	0,31

» Il résulte de ces observations que, dans les mélanges de chlore et d'hydrogène secs et purs, faits à volumes égaux ou presque égaux, la

(1) Tous ces ballons étaient d'une capacité de 1050cc à 1200cc.

quantité de gaz qui se combinent sous l'action d'un vif éclairement répondant à près de 15 carcels placés à 1 mètre, et pour une source riche en rayons photochimiques, ne dépasse pas, par heure, 2 à 3 pour 100. Cette quantité va rapidement en croissant dès la première demi-heure au soleil, dans les quatre à cinq premières heures à une lumière artificielle intense, atteint alors son maximum et diminue ensuite très sensiblement, en tendant vers zéro à mesure que l'acide chlorhydrique formé augmente. Après deux cent cinquante heures d'éclairement de 14,5 carcels à 1 mètre, la quantité de HCl formé a été de 94,0 pour 100 parties de *gaz hydrogène* et *chlore* mélangés à volumes égaux. Mais, même après ce temps, le phénomène ne se limite pas, il se continue, quoique avec une vitesse décroissante à mesure qu'augmente la proportion relative du gaz HCl produit.

» On pourrait penser qu'à mesure que la densité D du mélange de H + Cl résiduel diminue, l'influx lumineux de valeur constante, tout en agissant avec la même intensité c sur l'unité de volume de H + Cl non combinés, produit un effet qui reste proportionnel au nombre de molécules d'hydrogène et de chlore libres qu'il influence, c'est-à-dire proportionnel à la densité D du mélange H + Cl existant à chaque instant par unité de volume. De telle sorte que, en exprimant par M la quantité d'hydrogène et de chlore qui se combinent dans un temps t, on aurait, pour chaque période, si c restait constant, $Dct = M$.

» Les choses se passeraient, en effet, ainsi si l'influence retardatrice de l'acide chlorhydrique formé ne se faisait pas sentir de plus en plus à mesure que sa quantité augmente. Dans l'hypothèse de la proportionnalité de l'effet produit par une source lumineuse donnée au nombre de molécules H + Cl rencontrées, *sans action inhibitoire de gaz chlorhydrique*, c devrait rester constant. Or il n'en est rien. En effet, si l'on tire c de l'équation ci-dessus, on a

$$c = \frac{M}{Dt},$$

et, en remplaçant M, D et t par les nombres que nous avons trouvés à chaque période, nous aurons, en prenant pour D sa valeur moyenne durant chaque période donnée par nos expériences :

Première période : $c = \dfrac{5,3}{97,4 \times 2,5} = 0,0217,$

Deuxième période : $c' = \dfrac{8,4}{90,5 \times 3} = 0,031,$

Troisième période : $c'' = \dfrac{37,9}{67,4 \times 40,5} = 0,013,$

Quatrième période : $c''' = \dfrac{40,4}{28,2 \times 196,5} = 0,007.$

» On voit que le coefficient c de vitesse de combinaison du mélange *hydrogène + chlore*, c'est-à-dire la quantité qui, pour un même éclairement et un même nombre de molécules H + Cl traversées, se combine dans l'unité de temps, augmente d'abord [1], puis décroît à mesure que s'accroît la quantité de HCl formé. Mais, tout en diminuant à mesure qu'augmente le produit de la réaction, le coefficient c de combinaison ne devient pas nul, même après deux cent trente-sept heures d'éclairement, et l'expérience démontre que l'union des gaz finit par être complète ou presque complète; en un mot *la réaction ne se limite pas.*

» *Influence d'un excès des deux gaz.* — Les expériences ont été faites en même temps que les précédentes et avec le même éclairement.

» 1° *Excès de chlore.*

Nos des ballons.	Durée d'exposition à la lumière.	Composition initiale du mélange gazeux.	HCl total formé.	Rapport de HCl formé à 100 volumes de H + Cl éclairés.
17	18^h	Cl = 62,3 H = 33,7 air = 3,9	62,1	92,3
8	31^h	Cl = 54,8 H = 42,8 air = 2,6	85,5	100

» On voit que, sous l'influence d'un excès de chlore, le mélange *hydrogène + chlore* secs tend à se combiner plus rapidement que quand ces deux gaz sont à volumes égaux. Il atteint le terme de sa combinaison théorique complète avant la trente-et-unième heure, alors que ce terme n'était pas atteint dans des conditions identiques, même en deux cent cinquante heures, si le mélange des mêmes gaz était fait à volumes égaux.

» 2° *Influence de l'excès d'hydrogène.* — L'excès d'hydrogène agit dans le même sens; mais nos expériences ont été faites, dans ces cas, non à la

(1) On a vu que dans le cas de l'insolation ce coefficient augmente durant les trente premières minutes, et que dans celui de l'éclairage à l'albocarbon (145 carcels) il arrive bien plus lentement à son maximum.

lumière artificielle étalonnée, mais à celle d'un soleil voilé, et à deux jours différents, quoique avec des éclairements semblables. Elles nous ont donné, dans le cas du mélange sec H + Cl, *à volumes égaux*, 6,80 pour 100 combinés en deux heures, et pour un mélange de trois volumes d'hydrogène avec un volume de chlore, 20,1 pour 100 dans le même temps.

» *Conclusions*. — La lumière blanche agit sur les combinaisons de chlore et d'hydrogène, et probablement sur toutes les combinaisons gazeuses qu'elle est apte à exciter, d'une manière tout autre que la chaleur. A la condition qu'on ne laisse pas la température s'élever sensiblement par le fait de la réaction elle-même, la chaleur provoque dans les gaz des combinaisons dont la limite est rapidement atteinte, souvent en moins d'une demiminute. La lumière, lorsqu'elle agit, abaisse considérablement le point de réaction; mais pour des éclairements relativement forts, et même pour la lumière solaire, la combinaison, si elle n'est pas explosive, n'arrive à son *summum* d'activité qu'après plusieurs minutes, quelquefois après plusieurs heures si l'éclairement est plus faible, puis décroît rapidement.

» La réaction provoquée par la lumière dans le mélange de chlore et d'hydrogène n'est pas limitée par la présence de l'acide chlorhydrique qui se forme. La combinaison se rapproche lentement de la combinaison totale et finit par être complète.

» A mesure que l'acide chlorhydrique se produit, la vitesse de la réaction diminue, mais sans que le phénomène de la combinaison des deux gaz se limite.

» La présence d'un excès de chlore ou d'hydrogène (mais surtout du premier) active singulièrement la réaction.

» La lumière fait naître l'affinité réciproque des deux gaz, car l'hydrogène et le chlore purs et secs, placés aux mêmes températures dans l'obscurité, ne contractent entre eux aucune combinaison, même au bout de plus de quinze mois.

» La présence d'un peu d'humidité excite singulièrement la réaction que provoquent les lumières solaire ou artificielles. »

Observations présentées sur la limitation des réactions chimiques, à l'occasion de la Communication de M. A. Gautier, *par* M. Berthelot.

« Les expériences de notre Confrère, M. A. Gautier, sur la combinaison des gaz, chlore et hydrogène, de même que celles qu'il avait présentées précédemment sur les débuts de la combinaison de l'oxygène et de l'hy-

drogène, sont très intéressantes et embrassent des questions extrêmement variées. On ne peut qu'applaudir à ce grand travail. Cependant, je lui demande la permission de faire quelques réserves sur l'interprétation de quelques-uns des faits relatifs à la combinaison de l'hydrogène avec l'oxygène.

» Sans prétendre nous prononcer en principe sur la limitation d'une réaction non réversible, opérée dans un système gazeux homogène, il convient de remarquer que certaines des observations relatives à l'union de l'hydrogène et de l'oxygène appartiennent en réalité à un ordre de phénomènes différents; car elles comportent l'intervention des parois des vases et celle de réactions chimiques bien connues, entre la matière même de ces parois et les produits de la combinaison gazeuse; or ces réactions sont susceptibles de déterminer et de régler le phénomène.

» Il est incontestable qu'en théorie on doit envisager ici, au lieu d'un système gazeux homogène, un système hétérogène, formé de gaz et de solides, et de tenir compte des réactions qui se développent nécessairement à la surface de ces derniers; celles-ci sont susceptibles de déterminer la formation de composés, tels que l'eau, dans des conditions où ils ne prendraient pas naissance sous la seule influence des composants gazeux. Sans doute, dans un système gazeux homogène, tel que le mélange d'hydrogène et d'oxygène, envisagé à une température et à une pression données, les réactions seraient uniquement déterminées par les attractions mutuelles des molécules de ces deux gaz ; c'est-à-dire par l'énergie potentielle mise en jeu lors de leur combinaison, donnant naissance à de l'eau.

» Tandis que l'intervention des parois y ajoute les attractions et l'énergie potentielle correspondantes aux réactions de la matière propre de ces parois; laquelle est susceptible, suivant les cas, de former des hydrures avec l'hydrogène, des oxydes avec l'oxygène : ce qui est le cas des parois métalliques; ou bien encore, de réagir sur les produits possibles de la combinaison de ces gaz, tels que l'eau : ce qui est le cas des parois de verre ou de porcelaine vernie. Pour préciser davantage, dans le dernier cas, l'énergie potentielle totale, exercée à la surface des vases, répond à la somme de la chaleur dégagée par l'union des deux gaz, engendrant de l'eau, et de la chaleur dégagée par la réaction de cette eau sur les silicates alcalins qui constituent les parois des vases, avec formation d'un hydrosilicate alcalin.

» Il ne s'agit donc pas d'envisager une formation d'eau, préalable et indépendante, qui réagirait ensuite sur le verre : les deux réactions sont

produites simultanément, par la somme des énergies présentes, conformément à l'explication générale que j'ai donnée des faits attribués autrefois aux *affinités prédisposantes*.

» On doit également tenir compte, dans une certaine mesure, de la couche des gaz condensés à la surface des vases; couche dont l'influence sur les équilibres du système peut être toute différente de celle de l'atmosphère dilatée et libre située au delà.

» Ajoutons d'ailleurs que ces diverses actions de surface sont susceptibles d'être exercées par le verre dépoli préalablement à l'aide d'un agent chimique, tel qu'un acide ou un alcali; cet agent tendant à créer une surface poreuse et pénétrable par les gaz jusqu'à une certaine profondeur C'est ce que confirmeraient, s'il en était besoin, les expériences de M. Gautier sur la pénétration graduelle du verre par l'argent réduit et sur la réduction du silicate de plomb du cristal par l'hydrogène.

» Or il arrive souvent que l'addition d'une énergie complémentaire abaisse la température initiale d'une réaction chimique : Soit que cette énergie et les produits transitoires qui en résultent disparaissent dans le calcul de l'état final, ce qui est le cas du platine, formant un hydrure [1] et déterminant à froid l'union de l'hydrogène et de l'oxygène; soit que l'énergie complémentaire donne naissance à des produits spéciaux qui subsistent dans l'état final, ce qui arrive pour les hydrosilicates alcalins résultant de l'action de la vapeur d'eau. En tout cas, Dulong et Thenard ont signalé autrefois cette influence de nombreux corps solides pour abaisser la température de combinaison de l'hydrogène avec l'oxygène (*Ann. de Chim. et de Phys.*, 2e série, t. XXIV, p. 381; 1823).

» La réaction de l'eau sur les parois des vases, réaction facile à constater, a pour effet de substituer à une combinaison simple, opérée sur toute la masse d'un système homogène, un ensemble de réactions accomplies sur les parois seulement, et dans lesquelles interviennent des équilibres spéciaux. Ceux-ci sont régis par un principe différent, le *principe des surfaces de séparation dans un système hétérogène*, principe dont j'ai signalé le rôle capital dans les équilibres chimiques (*Ann. de Chim. et de Phys.*, 4e série, t. XXVI, p. 408; 1872; et *Essai de Mécan. chimique*, t. II, p. 96). Tels sont notamment ceux qui se manifestent lorsqu'un silicate alcalin est attaqué par l'eau, lors de la décomposition du verre, ou de la porcelaine vernie.

» Ces équilibres tendent à déterminer un rapport fixe entre la proportion d'eau libre, susceptible d'exister au contact de la surface solide con-

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. XXX, p. 519-538.

stituée par les silicates, et la proportion d'eau combinée dans les hydrosilicates : par là même, ils limitent la proportion d'eau dont la formation est susceptible d'être déterminée par les énergies présentes sur cette même surface. Ils sont d'ailleurs, en vertu même du principe qui y préside, fonction de la densité relative des divers gaz présents dans l'atmosphère ambiante; attendu que cette densité en fait varier la masse relative dans la couche superficielle qui touche les parois du vase. A partir du moment où l'équilibre est établi, au contact de ces parois, entre la vapeur d'eau et les hydrosilicates alcalins, l'énergie potentielle qui a déterminé cet équilibre, cesse d'intervenir et, par conséquent, d'ajouter ses effets à l'énergie mise en jeu entre l'hydrogène et l'oxygène, tendant à former de l'eau. Dans les conditions où cette dernière énergie serait insuffisante pour provoquer la formation de l'eau, au sein de la masse gazeuse proprement dite, cette formation doit donc s'arrêter.

» Est-il nécessaire d'ajouter que la réaction entre l'oxyde de carbone et l'oxygène subit l'influence des parois, au même titre que la réaction entre l'hydrogène et l'oxygène?

» On voit comment l'équilibre est déterminé par les réactions accomplies sur la paroi solide : c'est de ces réactions que dépend la limitation du phénomène dans les conditions actuelles : bref il s'agit, non d'une action de masses, mais d'une action de surfaces, c'est-à-dire d'un problème qui dépend de lois différentes de celles des équilibres développés en systèmes gazeux homogènes, d'après les théories de la Mécanique chimique. »

Réponse de M. **Arm. Gautier** *à M.* Berthelot.

« Les observations que vient de formuler M. Berthelot portent, non sur nos études relatives à l'action de la lumière sur les combinaisons gazeuses, action complexe dont nous avons essayé d'examiner quelques conditions, mais sur nos expériences antérieurement publiées (¹) et visées dans la présente Note, expériences ayant pour objet l'étude des lois qui règlent l'union des gaz entre eux, spécialement en fonction des températures, lorsque celles-ci sont maintenues à peu près invariables malgré la combinaison. Ces recherches nous ont amenés à conclure que sous l'action de la chaleur les combinaisons gazeuses se limitent, pour chaque température, et dans des conditions où l'on ne saurait invoquer les phénomènes *classiques* de dissociation. M. Berthelot pense que si les combinaisons du gaz tonnant, par exemple, se produisent et se limitent dans le verre ou la

(¹) *Comptes rendus*, t. CXXII, p. 566.

porcelaine, c'est grâce à l'action des parois des vases. Ceux-ci, formés de silicates, se transformeraient superficiellement en hydrates dont la tension limitée réglerait la quantité d'eau finale trouvée dans le gaz résiduel. D'après cette explication même, M. Berthelot admet donc implicitement que la combinaison se limite, ce qui est le point principal de nos recherches. Il admet aussi que lorsqu'on chauffe le gaz tonnant vers 180°-200°, dans la porcelaine dure vernissée à des températures très inférieures à celles auxquelles on pensait que commence le phénomène de la combinaison, il se forme de l'eau, ce qui est aussi l'un des faits inattendus dont nous revendiquons la découverte.

» Cette eau formée, l'hydrate alcalin se produirait et la réaction s'établirait, non dans la masse totale du gaz, qui serait à peu près comme n'existant pas, mais entre la couche très mince qui se trouve au contact des parois hydratées du verre ou de la porcelaine et ces parois elles-mêmes.

» Tout en ayant reconnu avec tous ceux qui se sont occupés de cet objet, en particulier Van t'Hoff, l'influence réelle des parois, nous croyons qu'elle intervient dans notre cas, non pour limiter, mais pour régler la chaleur et la vitesse de la combinaison. Remarquons, en effet, que, dans l'hypothèse de M. Berthelot, s'il se fait un hydrate ou hydrosilicate déjà vers 200°, c'est qu'il y a formation d'eau à cette température, et avant que l'eau, *qui n'existait pas dans les gaz,* ait pu réagir sur les parois. Je ne pense pas que M. Berthelot veuille dire que ces parois interviennent grâce aux éléments du verre ou de la porcelaine, pour réunir les deux gaz hydrogène et oxygène, *préalablement à toute production d'eau,* sous la forme de combinaisons hypothétiques, telles que seraient des peroxydes ou des hydrures de sodium ou de calcium, comme on pourrait l'admettre pour le platine ou d'autres métaux. A moins d'accepter qu'il se forme ces composés extraordinaires, il faut donc, puisqu'il se fait de l'eau, qu'il y ait union de l'hydrogène à l'oxygène à ces basses températures, en dehors de l'action spécifique des parois, c'est-à-dire dans la masse du mélange gazeux lui-même, et dès lors, si cette action existe, la combinaison devrait, s'il n'y avait pas limitation même en dehors de l'action des parois, se poursuivre plus ou moins rapidement dans toute la masse du gaz ; or, c'est ce qui n'a pas lieu.

» Si les parois réagissaient sensiblement en ajoutant à l'énergie potentielle représentée par l'affinité des gaz celle qui répond à la formation d'un hydrate formé aux dépens des silicates de la paroi, il faudrait également tenir compte, dans le calcul, du potentiel de valeur inverse représenté par la décomposition des silicates du verre ou de la porcelaine. Mais il nous semble suffisant de rappeler simplement que nous maintenons nos parois à une température constante.

» D'autre part, si la tension de dissociation de l'hydrate hypothétique formé sur les parois limitait le phénomène, cette tension dépendrait uniquement des températures. Or, nous avons montré que, pour chaque température, la limite de combinaison varie avec les masses relatives de gaz hydrogène et oxygène en présence.

» Enfin, le même phénomène se produit avec l'oxyde de carbone et l'oxygène placés dans les mêmes conditions, et l'on ne saurait invoquer ici la formation d'hydrates ni de toute autre combinaison précédant celle de l'acide carbonique qui ne peut agir que s'il est préalablement formé; je ne pense pas d'ailleurs que M. Berthelot puisse invoquer la dissociation du carbonate de soude à 300°.

» Du reste, nous avons essayé de tenir compte autant que possible de l'influence des parois en étudiant les phénomènes de combinaison des gaz dans les vases les plus variés : les porcelaines de Bayeux et de Berlin, les verres, le cristal, le verre lavé à l'acide chlorhydrique bouillant pour enlever les alcalis superficiels, le verre chauffé à 400° avec le gaz chlorhydrique, le verre argenté, enfin le quartz fondu lui-même, dont l'un de nous est parvenu à faire des tubes. Dans tous ces cas, chaque fois qu'il n'a pas subsisté de doute dans l'expérimentation, en particulier chaque fois qu'on empêche les parois de s'élever par points à une température supérieure de 5° à 6° à la température à laquelle on opère, on arrive à un phénomène de limitation sans que la dissociation classique de l'eau puisse être invoquée à des températures inférieures au rouge.

» Les parois de nos vases ne pouvant ni s'échauffer ni se refroidir sensiblement par le fait de la combinaison, ce qui est le principe même de notre méthode, cette condition répond à l'une des préoccupations les plus importantes de M. Berthelot.

» On voudra bien remarquer enfin que je n'ai pas cru devoir aborder, ni dans cette Note ni dans les précédentes, l'étude du *mécanisme intime* qui limite, accélère ou retarde les combinaisons gazeuses, mécanisme très complexe que ces expériences contribueront, je l'espère, à éclaircir. »

THERMOCHIMIE. — *Note de M.* **Berthelot** *accompagnant la présentation de son Ouvrage sur la « Thermochimie »*.

« L'Ouvrage que j'ai l'honneur d'offrir aujourd'hui aux savants et à l'Académie, sous le titre de *Thermochimie, Données et Lois numériques* (¹),

(¹) Deux volumes in-8°, l'un de XVI-728 pages : *Lois numériques;* l'autre, de 878 pages : *Données expérimentales.* Chez Gauthier-Villars et fils; 1897.

a pour objet l'exposition des lois numériques et données de la Thermochimie. Ces données et ces lois jouent un rôle fondamental dans la Science pure, comme dans ses applications à la Physiologie, à l'Agriculture, aux Arts militaires, aux Industries électriques et métallurgiques : en effet, elles fournissent la mesure des travaux moléculaires accomplis pendant les transformations chimiques, travaux qui constituent l'une des bases indispensables de toutes nos théories, et, je le répète, de leurs applications.

» La connaissance de ces travaux est la substance même de la Mécanique chimique, indépendamment des conceptions et formules atomiques, ou algébriques, que l'on peut y faire intervenir; c'est le fond nécessaire et le point de départ de l'interprétation rationnelle de tous les phénomènes.

» J'ai consacré, depuis l'année 1864, un grand nombre de Mémoires et d'expériences à l'étude de ces lois et données numériques, et j'ai résumé les résultats obtenus jusqu'en 1879 dans le Livre III de mon *Essai de Mécanique chimique*, Traité auquel le public a bien voulu faire un favorable accueil et que l'Ouvrage actuel n'est pas destiné à remplacer : il conserve son originalité et sa signification générale. Mais, en ce qui concerne les données numériques, il est aujourd'hui devenu insuffisant. Dès l'origine, il avait paru trop sommaire à cet égard, ayant dû être ramené aux proportions du cadre principal, consacré à des questions plus générales. Or depuis lors, et sous l'impulsion des idées qui s'y trouvaient développées, les recherches expérimentales de Thermochimie ont pris une extension tous les jours plus considérable, dans mon laboratoire et dans ceux des autres savants, français et étrangers. En effet, j'ai poursuivi mes travaux sans relâche, et de nombreux élèves les ont continués et développés sous ma direction.

» L'emploi de mes méthodes calorimétriques s'est généralisé ; celui de la bombe calorimétrique et des combustions par l'oxygène comprimé, en particulier, a permis de donner aux mesures relatives à la Chimie organique une facilité et une précision inconnues auparavant. J'ai pris soin, en 1893, de résumer ces méthodes dans un *Traité pratique de Calorimétrie chimique*, qui a été aussitôt traduit en allemand et en russe.

» Cependant, un grand nombre de savants, en France, en Allemagne, en Angleterre, en Russie, en Danemark, en Italie, se sont livrés de leur côté aux mêmes études et y ont introduit leurs vues propres et une multitude de données nouvelles. Bref, la Thermochimie n'a cessé de progresser; malgré cette paresse naturelle à l'esprit humain, qui a porté certains chimistes à résister à l'introduction des doctrines nouvelles et à tâcher d'en contester l'intérêt, pour se dispenser de les comprendre.

» Les expérimentateurs qui ont consenti à entrer dans les voies de la nouvelle Mécanique chimique, qui s'ouvraient à leurs yeux, ont été aussitôt frappés de la clarté apportée par celle-ci dans la conception des phénomènes, ainsi que de la fécondité des prévisions et des recherches originales, qui en étaient la conséquence. La confiance et la foi leur sont venues en marchant devant eux, comme il arrive dans les Sciences; c'est-à-dire à mesure qu'ils comprenaient mieux l'étendue et la profondeur de la révolution scientifique, dont ils étaient les promoteurs et que l'avenir développera de plus en plus.

» Toutefois, par une conséquence presque inévitable, cet agrandissement rapide de la Thermochimie a fini par amener une certaine confusion, qui va jusqu'à compromettre et obscurcir la suite de ses études. L'ensemble des données qu'elle embrasse n'ayant pas été l'objet de publications nouvelles depuis dix ans et plus, il est devenu nécessaire de les réunir et d'en reprendre tous les calculs, afin de les coordonner d'une façon méthodique.

» Non seulement ces résultats sont épars dans les recueils spéciaux, journaux, comptes rendus de Sociétés chimiques, annuaires, etc., imprimés en divers pays et dans des langues différentes; mais une difficulté, plus grande peut-être, est née de cette circonstance que les chiffres relatifs à la chaleur de formation des combinaisons n'ont été que rarement mesurés directement. Dans la plupart des cas, on est obligé de les déduire par le calcul d'expériences indirectes, où interviennent des données multiples. Or ces calculs ont été exécutés par des auteurs différents, en partant de valeurs fondamentales qui ne sont pas les mêmes et qui ont subi certains changements et perfectionnements, comme il est inévitable dans l'ordre des Sciences expérimentales.

» Par exemple, en 1879, la chaleur de formation des composés azotés était déduite de celle de l'ammoniaque, fixée à $+26^{Cal},7$, d'après les expériences de M. Thomsen, acceptées à ce moment de tout le monde. Or, j'ai reconnu que ce chiffre était tout à fait inexact et devait être remplacé par $+12^{Cal},2$; rectification que M. Thomsen n'a pas tardé à adopter avec pleine sincérité. De là la nécessité de revoir les chaleurs de formation des oxydes et autres composés de l'azote; ce que j'ai fait aussitôt par des méthodes directes et indépendantes, mes résultats ayant été confirmés ensuite d'autre part. Je citerai encore les changements apportés par M. Nernst à la chaleur d'oxydation du mercure.

» Ces erreurs, de même que celle que Dulong avait faite autrefois dans la mesure de la chaleur de combustion du carbone, et qui a pesé si longtemps sur les évaluations des physiologistes relatives à la chaleur animale,

montrent la nécessité de reviser de temps à autre les calculs thermochimiques; alors même que les mesures calorimétriques directes des auteurs seraient parfaitement exactes et incontestées.

» Il était donc indispensable de revoir toutes ces valeurs. Bref, deux ordres de rectifications étaient nécessaires : les unes directes, telles que les précédentes; les autres, non moins importantes, mais plus cachées : ce sont celles qui interviennent dans le calcul des combinaisons servant de base à l'évaluation des chaleurs de réactions non mesurables directement. Dès lors, il fallait refaire tous les calculs, en suivant un plan uniforme et un système régulier; afin d'obtenir des données homogènes et coordonnées, comparables entre elles. J'ai dû entreprendre ce pénible travail, en même temps que je formais le vaste Recueil des mesures thermochimiques effectuées depuis dix-huit ans.

» J'ajouterai qu'il faut se garder d'exécuter de semblables recherches comme on le fait trop souvent, d'après les résumés incomplets, presque toujours mutilés et souvent travestis par l'esprit de système, tels qu'ils sont imprimés en divers pays. Sans doute, on abrège ainsi une tâche parfois écrasante; mais on risque d'être confiné dans des notions insuffisantes et parfois complètement erronées. C'est pourquoi j'ai regardé comme un devoir de relire moi-même les Mémoires originaux, — sauf les très rares exceptions où je n'ai pu me les procurer, — d'en extraire les données directement et d'en reprendre personnellement tous les caleuls : c'est là une besogne immense, qui m'a pris plusieurs années. Je me la suis imposée par respect pour la vérité et j'espère que ceux qui consulteront le présent Ouvrage en recueilleront le fruit.

» J'ai cru utile, non seulement de donner les valeurs rectifiées, telles que je viens de les signaler, mais aussi d'exposer à propos de chaque nombre quelle était l'expérience spéciale dont il est déduit et quelles étaient les autres données expérimentales, à l'aide desquelles le nombre déduit de cette expérience a été calculé. En procédant ainsi, nous rendons service à nos successeurs; en effet, si quelque rectification ultérieure vient à être faite dans les données auxiliaires, le calcul principal sera désormais facile à restituer.

» En outre, la connaissance de ces données permettra à chacun la critique expérimentale des résultats et l'évaluation de leur degré de certitude; ce que de simples Tableaux ne permettent pas de faire. Pour plus de netteté, j'ai joint à toute valeur la citation précise des Mémoires et Traités auxquels les données du présent Ouvrage ont été empruntées.

» J'ai choisi de préférence les résultats obtenus par une même méthode

générale, de façon à former un système homogène de nombres comparables entre eux. Dans un semblable choix, j'ai dû naturellement préférer les déterminations exécutées, soit par moi-même, soit par mes élèves et sous ma direction. En effet, suivant un mot de Descartes, il est malaisé d'arriver à des résultats accomplis en ne travaillant que sur les ouvrages d'autrui.

» Parmi les données qui n'ont pas été mesurées dans mon laboratoire, j'ai choisi les plus exactes, telles que celles de M. Thomsen en Chimie minérale, dans les trois premiers Volumes de son précieux Ouvrage intitulé : *Thermochemische Untersuchungen,* et celles de M. Stohmann, dont il sera question tout à l'heure.

» Mais je ne rendrais pas justice aux autres savants qui ont concouru au rapide développement de la Thermochimie, si je ne rappelais pas leurs travaux. Ainsi, en Chimie minérale, des contributions considérables à ces études ont été apportées par les recherches exécutées au laboratoire du Collège de France, telles que celles de M. Sabatier sur les sulfures, de M. Ch. Fabre sur les séléniures et les tellurures, de M. Güntz sur les fluorures, de M. Joannis sur les cyanures et les amidures, de M. Recoura sur les sels de chrome, de M. Ilosvay sur les sels doubles, de M. Varet sur les composés du mercure. Je rappellerai également les recherches de MM. Beketof, Alexeieff et des autres savants russes, celles de MM. Ditte, Joly, Amat, Péchard, Pigeon, Metzner et autres élèves du laboratoire de M. Troost, pour ne citer que les plus générales : on en trouvera ici les résultats consignés.

» En Chimie organique, les études thermochimiques ont pris également une très grande extension. A côté des expériences accomplies dans mon laboratoire, isolément ou en collaboration, par MM. André, Ogier, Jungfleisch, Vieille, Tscheltzow, Petit, Matignon, Werner, Fogh, Rivals, Lemoult, Delépine, et de celles de MM. Louguinine, Chroustchoff, de Forcrand, Colson, Massol, Genvresse, Guinchant et autres savants, j'ai été heureux de rencontrer les mesures très nombreuses et très exactes de chaleurs de combustion de M. Stohmann et de ses élèves, exécutées en Allemagne à l'aide de la bombe calorimétrique, fondée sur l'emploi de l'oxygène comprimé. Ce savant, avec une parfaite sincérité scientifique, est venu étudier lui-même à Paris, en 1887, les nouvelles méthodes.

» Telles sont les données recueillies pour former le présent Ouvrage.

» Voici la marche adoptée :

» L'Ouvrage forme deux Volumes; le premier embrasse l'exposé des lois numériques, le second celui des données expérimentales.

» Le Tome I (lois numériques) comprend deux Parties : la première relative à la Chimie générale, la seconde à la Chimie organique.

» Dix Chapitres sont consacrés à la Chimie générale. J'y compare d'abord les conséquences du principe du travail maximum avec celles de l'entropie. Puis je présente les notions et les données fondamentales, relatives aux chaleurs spécifiques des gaz, des éléments chimiques et de leurs composés gazeux, ou solides. Je montre comment la chaleur de combinaison, pour conduire à des lois régulières, doit être rapportée à un même état de tous les corps réagissants : gazeux, liquide, dissous, solide.

» Ici trouvent leur place les relations constatées entre la masse chimique des éléments et la chaleur dégagée dans leurs combinaisons ; ainsi que les résultats relatifs à l'isomérie, aux substitutions, à la formation des sels, etc.

» La seconde Partie, relative à la Chimie des composés carbonés, envisage les relations thermiques générales qui ont été reconnues par l'étude des diverses fonctions : carbures, alcools, aldéhydes, acides, corps azotés.

» Telles sont les matières développées dans le premier Volume.

» Le Tome II (données expérimentales) est également formé de deux Parties : Chimie minérale et Chimie organique.

» La Chimie minérale comprend deux Livres, le premier consacré aux métalloïdes, le second aux métaux.

» La seconde Partie du Tome II est formée par le Livre III, destiné à exposer les résultats relatifs à la Chimie organique, sous cinq titres ou divisions, savoir :

» 1° Carbures d'hydrogène, partagés en Chapitres d'après le nombre d'atomes de carbone ;

» 2° Alcools, subdivisés en alcools proprement dits, selon le degré de leur atomicité ; hydrates de carbone et phénols, ces divers corps étant distribués selon le nombre d'atomes de carbone ;

» 3° Aldéhydes, subdivisés en aldéhydes proprement dits, monoatomiques, polyatomiques et mixtes ; acétones ; camphres et quinons ;

» 4° Acides, subdivisés en acide à fonction simple, monobasiques ou polybasiques, et en acides à fonction mixte. Les sels et les éthers sont compris parmi les dérivés de l'acide correspondant ;

» 5° Enfin, composés azotés, subdivisés en Amides à fonction simple, Amines ou alcalis à fonction simple, Amines et Amides à fonction mixte, spécialement les uréides ; enfin composés azoïques, comprenant entre autres les dérivés de l'hydroxylamine et de l'hydrazine, etc.

» La chaleur de formation des composés organiques, demeurée inconnue et réputée inaccessible jusqu'en 1865, a été calculée dans presque tous les cas, d'après une règle que j'ai donnée à cette époque, et qui permet de la déduire de la chaleur de combustion. Aussi ai-je pris soin de reproduire celle-ci comme donnée fondamentale, dans les Chapitres que je viens d'énumérer.

» Les trois Livres formant le Tome II sont suivis par des Tableaux, destinés à en grouper et à en résumer les résultats numériques.

» Le cadre entier de la Chimie se trouve ainsi parcouru, de façon à mettre sous les yeux du lecteur les connaissances acquises en Thermochimie, tant au point de vue des classes générales de composés qu'à celui des corps individuels.

» En présentant de cette façon la science acquise actuellement, j'ai pris soin d'en faire ressortir, soit dans le détail, soit par le caractère même des exposés, les lacunes spéciales ou générales; c'est-à-dire les recherches à faire et les découvertes certaines qui attendent les inventeurs de l'avenir.

» Je me suis attaché dans le présent Ouvrage à mettre en évidence les lois et relations numériques qui ressortent de l'ensemble des résultats acquis. Dans la partie relative à la Chimie générale, on verra quel jour la Thermochimie jette sur la constitution des corps simples et des corps composés, ainsi que sur la caractéristique des fonctions et des réactions fondamentales. Elle manifeste ainsi l'extrême fécondité de cette science dans les diverses études de la Chimie pure et appliquée. Selon mon habitude, je me suis abstenu de développer des conceptions purement hypothétiques; me bornant à déduire, des chiffres observés, leurs conséquences les plus directes et les plus manifestes.

» Je crois essentiel de prévenir le lecteur qu'il ne s'agit pas ici des lois fondamentales de Statique, sujet que j'ai développé dans le second Volume de mon *Essai de Mécanique*. Certes, l'étude méthodique des équilibres chimiques, inaugurée par mes recherches sur les éthers et sur l'état des sels dans les dissolutions, ainsi que l'étude de la dissociation, découverte par H. Sainte-Claire Deville, ont pris une importance de plus en plus considérable dans la Science, et elles sont devenues depuis lors le point de départ de théories et de calculs thermodynamiques fort étendus; dont il serait intéressant de montrer les origines et la connexion avec les données expérimentales, qui les ont suscitées et qui n'ont pas cessé d'en former le support le plus solide. Mais cette partie de la Science ne rentrait pas dans le cadre essentiellement numérique du présent Ouvrage. J'aurai sans doute occasion d'y revenir plus tard.

» En terminant cette Préface, il ne me reste plus qu'à réclamer l'indulgence des lecteurs, pour les omissions et erreurs, inévitables dans un si vaste travail, et à prier les personnes qui voudraient bien me les signaler, d'agréer l'expression de ma reconnaissance.

» Je remercierai également M. Gauthier-Villars qui a exécuté cette œuvre avec la perfection accoutumée de sa maison; c'est ici sans doute le dernier Ouvrage considérable que je serai appelé à publier. Je touche au terme d'une carrière scientifique déjà bien longue, soutenue depuis un demi-siècle par un travail continu et attesté par des publications incessantes. J'ai tâché de remplir de mon mieux mes devoirs de savant, de citoyen et de philosophe de la nature, et je poursuivrai, tant que mes forces ne seront pas épuisées : toujours poussé à marcher en avant par le désir passionné d'être utile à mes contemporains et à l'humanité! »

BOTANIQUE. — *Un nouveau Terfâs* (Terfezia Aphroditis) *de l'île de Chypre;* par M. **Ad. Chatin.**

» Je viens de recevoir de M. Gennadius, l'éminent Directeur de l'Agriculture de Chypre, qui déjà m'avait envoyé de cette île le *Terfezia Claveryi*, et du Péloponèse, avec le *Terfezia Leonis* et sa variété *minor*, une espèce nouvelle dont je fis le *Terfezia Gennadii*, un Terfâs exceptionnellement noir récolté à Morphon, près des ruines du célèbre temple élevé à Vénus.

» J'extrais ce qui suit de la lettre de M. Gennadius :

» Je suis heureux de vous annoncer que j'ai trouvé une nouvelle Truffe. Elle s'appelle ici μουρονῦχνον, c'est-à-dire *Truffe noire*, de la couleur de sa chair (qui est d'ailleurs marbrée). Elle n'est pas si répandue que l'autre Truffe (votre *Terfezia Claveryi*), que je vous envoyai il y a deux ans.

» La Truffe noire (*Terfezia...?*) est considérée comme la plus savoureuse. On la trouve aux environs de Morphon, ville au nord-est de l'île, en terrains sablonneux et pendant le printemps (mars-avril).

» La Truffe noire est ordinairement volumineuse; on assure qu'en 1873 on en a récolté une du poids de 385^{gr}.

» Dans cette même année, il y en eut une telle abondance qu'on la vendait, par toute l'île, à 5 (cinq) centimes le kilogramme. Cette année on la vend, au marché de Nicosie, à 10 piastres ($1^{fr}, 10$) le kilogramme.

» Morphon est l'ancienne ville Μόρφω où l'on adorait Vénus sous le nom de Μορφυ (*Morphó*). Si la Truffe, regardée comme de qualité supérieure, qu'on y trouve est une espèce nouvelle, ne serait-il pas à propos de l'appeler *Terfezia Morpho* ou Aphrodite? »

» Or, le Terfâs de Morphon étant, comme il va être établi, une espèce

bien distincte de toutes celles actuellement connues, je lui donne, conformément au désir exprimé par M. Gennadius, le nom de *Terfezia Aphroditis*.

» Les caractères du *Terfezia Aphroditis* sont les suivants :

» Tubercules figiformes ou arrondis, assez gros (du poids de 30^{gr} à 50^{gr}), munis à leur base d'un caudicule court, assez fort, conoïde.

» Périderme d'un brun noir, à région corticale épaisse, recouvert d'un fin *tomentum* (reste du mycelium?) englobant et retenant de fins grains de sable, ce qui fait paraître ce périderme comme verruqueux, lui donnant ainsi une ressemblance éloignée avec le périderme des *Tuber* diamantés.

» Gleba ou chair d'un noir fuligineux ([1]), irrégulièrement marbrée, d'odeur sensible, agréable, ayant quelque analogie avec celle du raisiné (?), de consistance moins charnue, plus friable que dans la généralité des Terfâs.

» Sporanges irrégulièrement ovoïdes, à 6, 4, rarement à 2, jamais (?) à 8 spores.

» Spores d'un brun noir fuligineux, ou même noires, non violacées comme dans notre *Tuber melanosporum*, assez grosses (28-32 μ, les plus grosses dans les thèques à deux seules spores), relevées de verrues à sommet arrondi.

» Les affinités du *Terfezia Aphroditis* sont principalement avec les Terfâs du groupe *Boudieri*, par les variétés *arabica* et *pedunculata*.

» Mais l'*arabica* diffère notablement par la moindre épaisseur du cortex, la non-coloration du périderme et de la chair, par celle-ci plus charnue que friable, par les spores plus petites et les verrues encore moins saillantes, quoique plus proéminentes que dans le type *Boudieri*.

» Plus intimes sont les analogies de l'*Aphroditis* avec le *Terfezia Boudieri pedunculata* Pat., des environs de Gabès, qui se rapproche par la coloration fuligineuse de sa chair.

» Mais l'*Aphroditis* a le périderme noir, *tomenteux* et noir glabre, la chair plus noire et *friable*, les *spores* notablement *plus grosses* (en moyenne 30 μ au lieu de 25 μ); enfin, le caudicule des tubercules court, conoïde et non cylindroïde.

» Par l'épaisseur de la région corticale du périderme, le *Terfezia*

([1]) La chair, encore à peine cendrée quelque temps avant la maturité, passe rapidement au noir au contact de l'air, sans doute en absorbant de l'oxygène et exhalant de l'acide carbonique, comme nous l'avons constaté dans le noircissement des Rinanthacées pendant leur dessiccation.

Deflersii Pat. touche à l'*Aphroditis,* mais il s'en éloigne par la non-coloration de la chair, par des spores plus petites, etc.

» Le *Terfezia Gennadii* (Quiza du Péloponèse), qui diffère, avec le *Boudieri pedunculata*, de la généralité des *Terfezia*, par la coloration de sa chair, relie dans une certaine mesure, par cette coloration même, les *Terfezia* incolores au noir *Aphroditis,* mais s'en éloigne par les sporanges allongés, rappelant ceux des *Tuber magnatum* et *Borchii* et seulement bispores, par ses énormes spores de 45-50μ et à *réseau* au lieu d'être verruqueuses.

» Le *Terfezia Aphroditis* représente, en somme, au milieu des Terfâs, un type spécial par la forte coloration des tubercules, leur arome assez prononcé, etc.

» Il reste comme caractères à tous les *Terfezia,* l'*Aphroditis* compris, qu'ils croissent dans les pays chauds-tempérés, autour du 40e degré de latitude nord, sont habitants des sables, ont pour nourrices des herbes au lieu d'arbres et mûrissent en mars-avril.

» A quelques points de vue, l'Aphrodite correspond, dans les *Terfezia,* à la Truffe du Périgord dans les *Tuber.*

» Comme celle-ci, le Terfâs de Morphon est noir, plus parfumé que ses congénères et tenu pour être de qualité alimentaire supérieure.

» Si la Truffe du Périgord est la meilleure des *Tuber,* le Terfâs de Morphon est, à son tour, le meilleur des *Terfezia.* »

ASTRONOMIE. — *Mesures micrométriques d'étoiles doubles faites à Saint-Pétersbourg et à Domkino par M. le Professeur* S. de Glasenapp, *directeur de l'observatoire de l'Université impériale de Saint-Pétersbourg.* Note de M. **Lœwy**.

« M. S. de Glasenapp vient de publier la quatrième série de ses « Mesures d'étoiles doubles » dont il me charge de faire hommage à l'Académie.

» Cet astronome, qui s'est tout particulièrement occupé de la détermination des orbites des systèmes binaires, a pu se rendre compte des grandes lacunes qui existaient dans les observations de ces astres. Pour combler ces lacunes, il a pris, il y a quelques années, la décision d'évaluer avec la plus grande exactitude les coordonnées relatives des couples les plus intéressants et de fournir ainsi le moyen de reconnaître si ces systèmes sont liés

physiquement ou si leur proximité apparente n'est due qu'à un voisinage purement accidentel.

» Dans la première série de ses recherches, M. de Glasenapp a eu surtout pour objet la revision de positions australes et, pour exécuter cette étude dans les meilleures conditions, il a entrepris une expédition au sud de la Russie, à Hourzouf, où il a mesuré 435 couples jusqu'à 35° de déclinaison australe.

» La seconde série a été également obtenue dans un climat particulièrement favorable, à Abastouman, où les observations se sont étendues sur 600 autres étoiles doubles.

» Les deux dernières séries, faites en grande partie à Domkino, à 150^{km} au sud de Saint-Pétersbourg, ont porté respectivement sur 614 et 270 de ces objets.

» L'auteur a, comme on le voit, reconnu la nécessité qui s'impose aux astronomes contemporains de ne rien négliger pour se placer dans les conditions climatériques les plus propices et de ne pas reculer, au besoin, devant de longs déplacements et les difficultés qui s'attachent aux installations nouvelles. Bien que M. de Glasenapp n'ait employé que des lunettes d'une puissance moyenne, il s'est souvent attaqué avec succès à des couples serrés. Presque tous ces travaux ont été effectués à la campagne, dans un air transparent et calme et à l'aide de méthodes perfectionnées; leur ensemble constitue un document d'une haute valeur, destiné à servir à des applications multiples. »

PHYSIQUE. — *Examen de quelques spectres.* Note de M. **Lecoq de Boisbaudran.**

« MM. Eder et Valenta ([1]), ayant trouvé des différences entre certains de leurs spectres et les miens, pensent que j'ai commis des erreurs assez importantes sur les spectres de Cu, Ag, K et Au.

» Il me semble que ces savants spectroscopistes ne se sont pas tout à fait assez préocccupés des différences qui existent entre leurs procédés et les miens. Dans les conditions où je me suis placé, on voit souvent le spectre d'une solution comprendre des raies du métal et des raies de ses composés.

([1]) *Uber die Spectren von Kupfer, Silber und Gold.* Wien, 1896; et *Uber das Spectrum des Kaliums, Natriums und Kadmiums,* etc. Wien, 1894.

» Je vais examiner mes spectres de Cu, Ag, K et Au, en appelant l'attention sur les quelques raies faibles dont l'origine pourrait être controversée.

» Cuivre (*Pl. XXIV. Spectres lumineux*). — Toutes les raies *métalliques* de mes dessins ont été vues par MM. Eder et Valenta. Mes autres raies et bandes paraissent être toutes dues à des composés du Cu et se retrouvent (sauf 641,9) dans mon dessin du spectre de flamme de $CuCl^2$.

» La petite bande 641,9 se voit aussi avec du nitrate de cuivre, mais elle est alors bien plus faible qu'avec $CuCl^2$; il en est de même de la bande 631,8. Les intensités relatives de ces deux bandes m'ont paru être conservées de part et d'autre. Avec $CuCl^2$, dans la flamme, 641,9 ne se voit pas; elle y serait d'ailleurs masquée par le dégradé de la bande 631,8, dégradé qui s'étend jusque vers 645.

» MM. Eder et Valenta citent ma raie Cu 427,5; je n'ai cependant rien vu là avec $CuCl^2$; les bandes masquent sans doute, dans ce cas, la raie métallique qu'on observe au contraire facilement avec la solution de nitrate cuivrique; j'ai trouvé alors 427,49 (Ångström), 427,55 (Rowland). MM. Eder et Valenta ont 427,536 (Rowland).

» En résumé, je ne relève pas d'erreur dans mon spectre du $CuCl^2$.

» Argent (*Pl. XXV*). — Je ne trouve pas de corrections à faire à mon spectre de $AzAgO^3$. Les raies métalliques ont été vues par MM. Eder et Valenta. Quant aux raies et bandes diffuses, non enregistrées par ces savants, celles qui tombent dans le bleu violet paraissent bien être les mêmes que celles de M. Hartley, observées par lui dans la flamme oxhydrique. Les différences de position, chez M. Hartley et chez moi, dépendent, je le crois, de la diversité des procédés plutôt que des erreurs de mesures.

» Ces bandes se produisent aussi avec AgFl dans CO^2 : aucune d'elles n'appartient donc à Az.

» Restent la bande verte et ses raies : 502,2; 499,7 et 496,8. J'avais déjà signalé (*Spectres lumineux*, p. 168) une différence de position entre Ag499,7 et la forte raie Az; j'ai vérifié l'existence et la grandeur de cette différence.

» Avec le nitrate cuivrique ou l'acide nitrique, je n'ai vu ni les raies 502,2 et 496,8, ni la bande; mais celle-ci et ses trois raies sont très distinctes avec AgFl dans CO^2.

» Potassium (*Pl. V*). — MM. Eder et Valenta ont raison de penser que la faible raie 563,8 n'est pas au K. J'avais fait observer (*Spectres lumineux*, p. 49) que cette raie se voit avec K^2SO^4, mais non avec K^2CO^3. Je n'avais pas

recherché son origine, mais M. de Gramont a montré qu'elle est due au soufre.

» L'assez faible raie 611,6 n'a pas été vue par MM. Eder et Valenta. Cependant M. de Gramont l'a observée avec les sels de K fondus.

» Ma raie 505,04 (Å) est-elle la même que celle de MM. Eder et Valenta 505,74 (R^d) (505,66 Å)? J'ai repris la mesure et j'ai trouvé, avec mon Cd pour base, 504,97 (Å) et avec le Cd Kayser et Runge, 505,05 (Å). On voit bien cette raie avec K^2SO^4 et K^2CO^3 (mais non avec Na^2SO^4), et cela dans l'air ou dans l'hydrogène.

» MM. Eder et Valenta voient une raie passablement visible à 500,68 (R^d) (500,60 Å). Mon dessin porte une raie bien marquée à 500,20 (Å). Est-ce la même?

» Vu le voisinage de la raie Az, j'ai réexaminé K 500,20. J'ai trouvé 500,20 (Å) avec mon Cd pour base et 500,28 (Å) avec le Cd Kayser et Runge.

» Cette raie conserve son intensité relative avec K^2SO^4 (ou K^2CO^3), dans l'air, dans CO^2 et dans H; mais je ne l'ai vue ni avec Na^2SO^4, ni avec Na^2CO^3 : elle n'est donc pas due à Az.

» MM. Eder et Valenta ont une raie à 494,38 (R^d) et MM. Kayser et Runge à 494,31 (R^d). Mon dessin porte une assez faible raie à 493,55 (Å) (493,65 R^d). Est-ce la même? De nouvelles mesures m'ont donné 493,51 (Å) avec mon Cd pour base et 493,59 (Å) avec le Cd de Kayser et Runge. Cette raie se voit avec K^2SO^4 (ou K^2CO^3) dans l'air, dans CO^2 et dans H; je ne l'ai pas observée avec les sels de Na.

» En résumé, sauf la petite raie 563,8, que l'on voit avec K^2SO^4, mais non avec K^2CO^3, et qui est au soufre, toutes les raies de mon dessin se voient avec K^2SO^4 et K^2CO^3 et n'ont pas été observées avec les sels de Na. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission qui sera chargée de présenter une liste de candidats pour la place d'Associé étranger, laissée vacante par le décès de M. *Tcehbichef*.

Cette Commission doit comprendre trois Membres choisis dans les Sec-

tions de Sciences mathématiques, trois Membres choisis dans les Sections de Sciences physiques et le Président de l'Académie.

Le dépouillement du scrutin donne les résultats suivants :

Pour les Sections de Sciences mathématiques : MM. Bertrand, Hermite, Mascart;

Pour les Sections de Sciences physiques : MM. Berthelot, Bouchard, Marey.

En conséquence, la Commission se composera de M. **Chatin**, Président en exercice, et de MM. **Bertrand**, **Hermite**, **Mascart**, **Berthelot**, **Bouchard**, **Marey**.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **H. Grasset** adresse, de Nogent-sur-Marne, un Mémoire intitulé : « Étude théorique et pratique sur le poumon, ses fonctions et ses maladies. La tuberculose et sa guérison clinique ».

(Commissaires : MM. Bouchard, Potain.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** donne lecture d'une lettre par laquelle M. le général *de Tillo* annonce à l'Académie l'envoi d'une somme de vingt-cinq mille francs, provenant de la souscription effectuée en Russie, avec l'autorisation de S. M. l'Empereur Nicolas II, pour l'érection d'un monument à Lavoisier. Il remercie les savants et le Gouvernement russe de ce témoignage de confraternité scientifique.

GÉOMÉTRIE. — *Sur les surfaces ayant même représentation sphérique.* Note de M. **A. Pellet**.

« Faisons correspondre les points d'une surface et d'une sphère de manière que les plans tangents soient parallèles aux points correspondants; rapportons la surface et la sphère au système de coordonnées formé par les lignes orthogonales qui se correspondent sur les deux surfaces,

d'après un théorème de M. Tissot. Soient $A^2 dt^2 + B^2 du^2$, $\mathcal{A}^2 dt^2 + \mathcal{B}^2 du^2$ les carrés des éléments linéaires de la surface et de la sphère;

$$\tfrac{1}{2}(a A^2 dt^2 + 2c AB\, dt\, du + b B^2 du^2)$$

la partie principale de la distance du point $t + dt$, $u + n\, du$ au plan tangent en t, u (voir ma Note du 5 avril) : on aura

$$(a A\, dt + c B\, du)^2 + (c A\, dt + b B\, du)^2 = \mathcal{A}^2\, dt^2 + \mathcal{B}^2\, du^2;$$

d'où

$$A^2(a^2 + c^2) = \mathcal{A}^2, \qquad B^2(c^2 + b^2) = \mathcal{B}^2,$$
$$c(a + b)AB = 0.$$

» Ainsi t et u sont les paramètres des lignes de courbure de la surface, lorsqu'elle n'est pas minima, $a + b \neq 0$; si la surface est minima, le mode de correspondance réalise une représentation conforme de la surface sur la sphère et l'angle des éléments correspondants ne change pas lorsqu'on fait tourner l'un d'eux autour d'une de ses extrémités.

» Donnons-nous le système orthogonal sur la sphère et supposons $c = 0$. On a

$$\mathcal{A}\mathcal{B} = -\frac{\partial}{\partial t}\frac{\mathcal{B}'_t}{\mathcal{A}} - \frac{\partial}{\partial u}\frac{\mathcal{A}'_u}{\mathcal{B}},$$

$$\frac{A'_u}{B} = \frac{\mathcal{A}'_u}{\mathcal{B}}, \qquad \frac{B'_t}{A} = \frac{\mathcal{B}'_t}{\mathcal{A}}, \qquad R = \frac{1}{a} = \frac{A}{\mathcal{A}}, \qquad R_1 = \frac{1}{b} = \frac{B}{\mathcal{B}},$$

R et R_1 étant les rayons de courbure principaux de la surface.

» Si l'une des dérivées $\mathcal{A}'_u$, $\mathcal{B}'_t$ est nulle, $\mathcal{A}'_u = 0$ par exemple, on pourra faire $\mathcal{A} = 1$, et l'on aura

$$\mathcal{B} = -\mathcal{B}''_{t^2} = U e^{it} + U_1 e^{-it},$$
$$A = T, \qquad B = iU\int T e^{it}\, dt - iU_1 \int T e^{-it}\, dt + U_2,$$

T étant une fonction arbitraire de t, U, U_1, U_2 des fonctions arbitraires de u.

» Supposons $\mathcal{A}'_u$, $\mathcal{B}'_t$ différents de 0. Les fonctions $\frac{\mathcal{A}'_u}{\mathcal{B}} = \lambda$, $\frac{\mathcal{B}'_t}{\mathcal{A}} = \mu$ satisfont à deux équations aux dérivées partielles du quatrième ordre. On pourra prendre pour A une solution quelconque de l'équation

$$A''_{ut} - \frac{\lambda'_t}{\lambda} A'_u - \lambda\mu A = 0;$$

la valeur correspondante de B, $\frac{A'_u}{\lambda}$, satisfera à l'équation

$$B''_{tu} - \frac{\mu'_u}{\mu} B'_t - \lambda\mu B = 0.$$

» Si R et R_1 sont fonctions d'un paramètre ν, A, B, $\mathcal{A}$, $\mathcal{B}$ pourront s'exprimer à l'aide de ce paramètre.

» Supposons $\mathcal{A}$ et $\mathcal{B}$ donnés; ν devra satisfaire à l'équation

$$\mathcal{A}\mathcal{B} = -\frac{\partial}{\partial t}\frac{\mathcal{B}'}{\mathcal{A}}\nu'_t - \frac{\partial}{\partial u}\frac{\mathcal{A}'}{\mathcal{B}}\nu'_u,$$

$\mathcal{A}'$, $\mathcal{B}'$ désignant les dérivées par rapport au paramètre. Il viendra, C et C_1 étant deux constantes :

$$A = C\mathcal{A}\int\frac{\mathcal{A}'}{\mathcal{A}^2\mathcal{B}}d\nu + C_1\mathcal{A}, \qquad B = C\left[\frac{1}{\mathcal{A}} + \mathcal{B}\int\frac{\mathcal{A}'}{\mathcal{A}^2\mathcal{B}}d\nu\right] + C_1\mathcal{B},$$

$$R = C\int\frac{\mathcal{A}'}{\mathcal{A}^2\mathcal{B}}d\nu + C_1, \qquad R_1 = C\left[\frac{1}{\mathcal{A}\mathcal{B}} + \int\frac{\mathcal{A}'}{\mathcal{A}^2\mathcal{B}}d\nu\right] + C_1.$$

» Ce sont les surfaces de Weingarten. Pour que, parmi elles, il s'en trouve d'isothermiques, il faut que $\frac{\mathcal{A}'}{\mathcal{B}} = \frac{\mathcal{B}'}{\mathcal{A}} = 1$; d'où

1°
$$\mathcal{A} = Ke^{\nu} + \frac{1}{K}e^{-\nu}, \qquad \mathcal{B} = Ke^{\nu} - \frac{1}{K}e^{-\nu},$$

$$K^2e^{2\nu} - \frac{1}{K^2e^{-2\nu}} = -\frac{\partial^2\nu}{\partial t^2} - \frac{\partial^2\nu}{\partial u^2},$$

$$A = C\mathcal{B} + C_1\mathcal{A}, \qquad B = C\mathcal{A} + C_1\mathcal{B}, \qquad R = C\frac{\mathcal{B}}{\mathcal{A}} + C_1,$$

$$R_1 = C\frac{\mathcal{A}}{\mathcal{B}} + C_1, \qquad (R - C_1)(R_1 - C_1) = C^2,$$

surfaces parallèles à une surface à courbure moyenne constante,

2°
$$\mathcal{A} = e^{\nu}, \qquad \mathcal{B} = e^{\nu}, \qquad e^{2\nu} = -\frac{\partial^2\nu}{\partial t^2} - \frac{\partial^2\nu}{\partial u^2},$$

$$A = Ce^{-\nu} + C_1e^{\nu}, \quad B = -Ce^{-\nu} + C_1e^{\nu}, \quad R = Ce^{-2\nu} + C_1, \quad R_1 = -Ce^{-2\nu} + C_1,$$

surfaces parallèles à une surface minima.

» Supposons que, ν ne satisfaisant pas aux équations des nos 1° et 2°, on ait $\lambda = \nu'_u$, $\mu = \nu'_t$. Alors $\mathcal{A}$ et $\mathcal{B}$ seront déterminés par les équations

(1)
$$A'_u = \mathcal{B}\nu'_u, \qquad \mathcal{B}'_t = \mathcal{A}\nu'_t, \qquad \mathcal{A}\mathcal{B} = -\nu''_{t^2} - \nu''_{u^2},$$

qui devront être compatibles. Puis A, B par

(2)
$$A'_u = B\nu'_u, \qquad B'_t = A\nu'_t.$$

» On pourra faire

$$A = Ce^{-\nu} + C_1 e^{\nu} + C_2 \mathcal{A}.$$

Il viendra

$$B = -Ce^{-\nu} + C_1 e^{\nu} + C_2 \mathcal{B},$$

$$R = C\frac{e^{-\nu}}{\mathcal{A}} + C_1\frac{e^{\nu}}{\mathcal{A}} + C_2, \qquad R_1 = -C\frac{e^{-\nu}}{\mathcal{B}} + C_1\frac{e^{\nu}}{\mathcal{B}} + C_2.$$

» Remarquons que si, dans un système de solutions des équations (1) et (2), ν, $\mathcal{A}$, $\mathcal{B}$, A, B, on remplace t par

$$t\cos h + u\sin h,$$

u par

$$t\sin h - u\cos h,$$

on obtient un nouveau système de solutions de ces équations. Il en résulte que, pour une fonction ν et un système de solutions des équations (1) et (2), on a une infinité de surfaces correspondant aux diverses valeurs de h, applicables les unes sur les autres, ayant mêmes courbures principales aux points correspondants; mais les lignes de courbure de l'une font avec les courbes correspondant aux lignes de courbure de l'autre un angle h, la correspondance étant établie par les équations

$$t = t_1\cos h + u_1\sin h, \qquad u = t_1\sin h - u_1\cos h.$$

Une propriété analogue subsiste évidemment pour les surfaces correspondant aux valeurs de $\lambda = \nu'_u$, $\mu = \alpha\nu'_t$, α étant constant. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Remarques sur une Note récente de M. E. von Weber.* Note de M. **E. Goursat**, présentée par M. Darboux.

« Le dernier numéro des *Comptes rendus* (31 mai 1897, p. 1295) renferme une Note intéressante de M. E. von Weber, relative à une classe d'équations aux dérivées partielles du second ordre dont les deux systèmes de caractéristiques sont confondus; je ne puis laisser sans réponse l'assertion qui termine cette Note. Les équations étudiées par M. E. von Weber sont absolument identiques aux équations que j'ai d'abord signalées dans une courte Note (*Comptes rendus*, t. CXII; 19 mai 1891) et étudiées plus en détail dans un Mémoire des *Acta mathematica* (t. XIX) et dans mes *Leçons sur les équations aux dérivées partielles du second ordre* (t. I, Chap. IV, p. 205-215).

» Remarquons d'abord que les équations obtenues en éliminant α entre

les deux relations

$$(1) \qquad \begin{cases} r + 2\alpha s + \alpha^2 t + 2\psi(x, y, z, p, q, \alpha) = 0, \\ s + \alpha t + \dfrac{\partial \psi}{\partial \alpha} = 0 \end{cases}$$

sont aussi générales que les équations obtenues en éliminant α entre les deux relations

$$r + 2As + A^2 t + 2B = 0, \qquad \frac{\partial A}{\partial \alpha} s + A \frac{\partial A}{\partial \alpha} t + \frac{\partial B}{\partial \alpha} = 0,$$

où A, B désignent des fonctions de x, y, z, p, q, α. On peut donc partir des formules (1) pour définir les équations dont les deux systèmes de caractéristiques sont confondus. Soit

$$(2) \qquad r - \varphi(x, y, z, p, q, s, t) = 0$$

l'équation obtenue par l'élimination de α entre les deux équations (1). Si l'on remplace les dérivées partielles $\frac{\partial \varphi}{\partial x}, \ldots, \frac{\partial^2 \varphi}{\partial s^2}, \ldots$ par leurs valeurs dans la condition (10) de M. E. von Weber, on trouve une seule relation, qui est précisément identique, aux notations près, avec l'équation (57) de mes *Leçons* (p. 207). Ce qui a pu donner lieu à l'erreur de M. E. von Weber, c'est qu'il y a justement une faute d'impression dans cette équation (57); on doit lire, sur la première ligne, $-u\frac{\partial^2 \psi}{\partial u\, \partial x_2}$ au lieu de $-u\frac{\partial^2 \psi}{\partial u\, \partial x_1}$, et le terme $u\frac{\partial^2 \psi}{\partial u^2}\frac{\partial^2 \psi}{\partial u\, \partial x_5}$ de la seconde ligne doit être supprimé. Cette faute avait pu passer inaperçue, car je ne me sers pas de la formule (57) dans la suite des raisonnements.

» Je rappellerai aussi que, dans une Note récente (*Comptes rendus*, 2 novembre 1896), j'ai annoncé que les équations précédentes étaient les seules équations du second ordre, ayant leurs deux systèmes de caractéristiques confondus, intégrables par la méthode de M. Darboux. La démonstration, qui exige d'assez longs calculs, est développée dans le Tome II de mes *Leçons sur les équations du second ordre*, qui paraîtra prochainement.

» Les remarques qui précèdent ne diminuent point l'intérêt de la Note de M. E. von Weber, qui achève d'accuser une différence profonde entre les équations aux dérivées partielles du second ordre, qui admettent deux systèmes distincts de caractéristiques, et celles qui n'en admettent qu'un seul. Tandis que, dans le premier cas, toute caractéristique appartient à une infinité d'intégrales, dans le second cas, en dehors des équations, dont

il est question dans cette Note, une caractéristique ne peut appartenir à plus d'une surface intégrale. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les systèmes réels de nombres complexes.* Note de M. E. CARTAN, présentée par M. Picard.

« Dans une précédente Note j'ai énoncé quelques théorèmes généraux sur les systèmes de nombres complexes à addition commutative et associative, à multiplication distributive et associative, lorsque chaque nombre complexe du système est l'ensemble de x nombres ordinaires réels ou imaginaires quelconques. On peut se proposer aussi d'étudier les systèmes *réels* de nombres complexes, chaque nombre étant dans ces systèmes l'ensemble de r nombres *essentiellement réels*.

» Toutes les définitions données subsistent évidemment pour ces systèmes, de même que la plupart des théorèmes énoncés. Néanmoins, il y a un changement en ce qui regarde les types de systèmes simples.

» *Il y a trois types de systèmes réels simples :*

» *Le premier est formé de systèmes à p^2 unités e_{ij} avec la loi de multiplication*

$$e_{ij}e_{jk} = e_{ik}.$$

» *Le second est formé de systèmes à $2p^2$ unités e_{ij}, e'_{ij} avec la loi de multiplication*

$$e_{ij}e_{jk} = -e'_{ij}e'_{jk} = e_{ik}, \qquad e_{ij}e'_{jk} = e'_{ij}e_{jk} = e'_{ik}.$$

» *Le troisième est formé de systèmes à $4p^2$ unités e_{ij}, e'_{ij}, e''_{ij}, e'''_{ij} avec la loi de multiplication*

$$\left\{\begin{array}{l} e_{ij}e_{jk} = -e'_{ij}e'_{jk} = -e''_{ij}e''_{jk} = -e'''_{ij}e'''_{jk} = e_{ik}, \\ e_{ij}e'_{jk} = e'_{ij}e_{jk} = e''_{ij}e'''_{jk} = -e'''_{ij}e''_{jk} = e'_{ik}, \\ e_{ij}e''_{jk} = e''_{ij}e_{jk} = e'''_{ij}e'_{jk} = -e'_{ij}e'''_{jk} = e''_{ik}, \\ e_{ij}e'''_{jk} = e'''_{ij}e_{jk} = e'_{ij}e''_{jk} = -e''_{ij}e'_{jk} = e'''_{ik}, \end{array}\right.$$

les produits non écrits étant tous nuls.

» *Au cas de $p = 1$ correspondent trois systèmes qu'on peut identifier respectivement avec le système à une unité des nombres réels, avec le système à deux unités des nombres imaginaires et avec le système à quatre unités des quaternions d'Hamilton.*

» On peut dire encore que tous les systèmes réels simples rentrent dans le premier type, à condition d'y regarder les coefficients des unités e_{ij}

comme des nombres réels pour le premier type, comme des nombres imaginaires pour le second type, ou enfin comme des quaternions pour le troisième type.

» Tout système réel est alors formé d'un sous-système invariant pseudo-nul et d'un sous-système demi simple. *Tous ces systèmes se déduisent, comme je l'ai dit dans ma dernière Note, de ceux d'entre eux pour lesquels les entiers p des sous-systèmes simples sont égaux à l'unité.*

» Il est facile, au moyen de ces résultats, de démontrer le théorème suivant :

» *Tout système réel pour lequel le produit de deux facteurs quelconques ne peut s'annuler qu'avec l'un des facteurs est simple et identique soit au système des nombres réels, soit au système des nombres imaginaires, soit au système des quaternions d'Hamilton.*

» En ce qui regarde les systèmes réels, à multiplication *commutative*, on peut démontrer facilement le théorème suivant :

» *Tout système réel non décomposable, à multiplication commutative, est formé d'un sous-système invariant pseudo-nul et d'un sous-système simple d'ordre* 1 *ou d'ordre* 2, *à moins qu'il ne se réduise à l'un des deux systèmes simples d'ordre* 1 *ou* 2. »

PHYSIQUE. — *Propriétés des rayons cathodiques simples. Relations avec les oscillations électriques simples.* Note de M. **H. Deslandres**, présentée par M. Poincaré.

« Les rayons cathodiques offrent une direction bien rectiligne et des propriétés toujours identiques, lorsqu'on observe, dans les conditions ordinaires, les ombres à bords très nets, portées par un corps interposé. Mais, si le corps est un conducteur en communication avec l'extérieur, et relié à la Terre ou au pôle négatif de la bobine, les ombres s'élargissent, les rayons sont repoussés et se courbent. En fait, ainsi que je l'ai montré dans une Note récente (page 945), le faisceau cathodique se divise alors en plusieurs faisceaux distincts qui sont inégalement déviés et restent en général enchevêtrés. L'emploi d'un écran percé d'une fente fine, avec un fil métallique placé en arrière et relié à la Terre [1], permet de distinguer

[1] La répulsion du rayon a lieu encore si l'on relie le fil à un conducteur; elle augmente avec la capacité du conducteur.

aisément les divers faisceaux et d'obtenir, séparés par la déviation inégale, les différents rayons auparavant réunis.

» J'appelle *rayons cathodiques simples* ces rayons inégalement déviés; ils paraissent avoir la même importance que les rayons simples du spectre des sources lumineuses; aussi ai-je fait une étude spéciale de ces rayons, qui n'ont pas encore été observés isolés.

» Dans le tube employé (1), la cathode est un disque plan rectangulaire; l'écran à fente fine en est éloigné de $0^m,04$; en arrière, à $0^m,01$, se trouve le fil relié à la Terre; et, plus loin, à $0^m,05$, on observe les rayons ou plutôt les raies cathodiques sur une plaque phosphorescente divisée.

» Le tube a été illuminé d'abord par une bobine de Ruhmkorff ordinaire, dont les bornes sont reliées aux électrodes par de simples fils. Les rayons déviés forment alors, sur la plaque phosphorescente, un véritable spectre, long de 14^{mm}, formé par des raies fines que séparent des intervalles obscurs ou brillants (voir les images de la page 945).

» J'ai étudié d'abord les spectres cathodiques que fournissent quatre cathodes formées des quatre métaux (aluminium, zinc, argent, cuivre), et disposées de manière à se substituer exactement l'une à l'autre. Les spectres sont les mêmes; les intensités, seules, ont été trouvées différentes, l'aluminium ayant le rayonnement le plus fort.

» L'influence du gaz ambiant n'a pu être reconnue, car, à cause de la graisse des robinets, le gaz intérieur, aux basses pressions, est formé seulement par des hydrocarbures.

» Cependant le tube était relié à la trompe à mercure, et la pression du gaz, ou, pour mieux dire, la différence de potentiel aux électrodes était mesurée avec un micromètre à étincelles placé en dérivation sur les électrodes. Or, la distance explosive du micromètre variant de $0^{mm},5$ à 30^{mm}, les spectres cathodiques n'ont pas montré de variations notables; on a observé seulement, aux pressions très faibles, l'apparition de raies nouvelles, très instables, qui prolongent les précédentes.

» Par contre, lorsqu'on fait varier le mode d'excitation de la décharge, les variations sont grandes. Avec une même bobine, les spectres changent lorsque l'on réunit à la cathode l'une ou l'autre des bornes du circuit induit. Avec des bobines ayant des enroulements différents, les variations sont encore plus fortes. Lorsqu'on augmente la longueur du fil cathodique (allant de la borne à la cathode), les déviations augmentent, la figure des

(1) Ce tube a été construit par la maison Chabaud.

raies restant semblable; l'inverse a lieu avec le fil anodique. Mêmes résultats si l'on ajoute une capacité. Lorsqu'on fixe aux bornes un condensateur en dérivation, la déviation diminue d'autant plus que la capacité est plus grande.

» Le fait de toucher le verre du tube avec la main donne un résultat curieux: les raies se resserrent, la déviation diminuant d'autant plus que la surface en contact avec la main est plus large. Il n'y a pas lieu ici de considérer un rapprochement ou un éloignement des rayons par rapport à la main; le résultat est le même, quel que soit le point touché.

» L'influence des conducteurs et des appareils qui concourent à la décharge est évidente, et les travaux importants de Herz, Poincaré, Blondlot et autres sur la propagation des ondes électriques, sur les décharges continues et oscillantes indiquent la voie à suivre pour aborder la question. D'ailleurs, Wiedemann et Ebert ont déjà appelé l'attention sur l'influence possible des oscillations électriques dans la décharge cathodique et ont décrit les apparences de la décharge, surtout autour de la cathode, dans des cas d'excitation très divers.

» Je me suis proposé de reconnaître le spectre cathodique, lorsque le tube à vide est excité par une oscillation électrique simple. A cet effet, j'ai employé un appareil Tesla-d'Arsonval, comprenant une bobine de Ruhmkorff, un condensateur avec micromètre à étincelles et un transformateur plongé dans l'huile. Or, par un réglage convenable du condensateur et surtout de l'étincelle, j'ai pu obtenir un spectre cathodique réduit à une seule raie fine, d'ailleurs fortement déviée. Ce résultat a la même importance que la réalisation d'une source lumineuse monochromatique.

» Si ensuite on augmente progressivement la distance explosive du micromètre, la raie simple cathodique s'élargit d'abord et se divise en plusieurs raies très mobiles, puis se rétrécit de nouveau et se condense en une seconde raie fine et fixe, un peu moins déviée que la précédente, et qui correspond à un courant alternatif de fréquence moindre.

» Mais la raie fine unique a été obtenue plus simplement encore avec une bobine ordinaire et un petit condensateur intercalé sur le fil cathodique. La raie unique a la même déviation à peu près qu'avec le dispositif précédent.

» La similitude des résultats obtenus avec deux appareils différents est curieuse. Elle peut tenir à une coïncidence, ou à plusieurs causes telles que l'existence d'une période propre au tube, ou l'intervention d'harmoniques

supérieurs. De nouvelles recherches et la mesure des périodes des oscillations semblent nécessaires pour éclaircir ce point.

» De toute façon, ces expériences, et, en particulier, l'expérience avec le dispositif Tesla-d'Arsonval conduisent à la conclusion suivante :

» *Les rayons cathodiques simples* (¹) *correspondent à des oscillations électriques simples.*

» De plus, le tube de Crookes, complété par les dispositifs décrits ci-dessus, constitue un appareil qui s'annonce comme capable de fournir des indications rapides et précieuses sur les variations électriques des conducteurs soumis à de hautes tensions.

» Ces recherches ont été faites dans le laboratoire de Spectroscopie de l'Observatoire, avec le concours de M. Landrin, licencié ès sciences et de M. Millochau, astronome assistant. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur le poids atomique du cérium.* Note de MM. **Wyrouboff** et **A. Verneuil**, présentée par M. Henri Moissan.

« On connaît actuellement un grand nombre de déterminations du poids atomique du cérium. Quelques-unes d'entre elles ont été faites avec le plus grand soin par des savants d'une incontestable habileté, et pourtant elles présentent des divergences qui dépassent de beaucoup les erreurs expérimentales. Ces divergences s'expliquent en partie par la présence d'impuretés, dont on ne se méfiait pas assez, mais surtout par la défectuosité des méthodes employées.

» Dans une précédente Note, nous avons donné un procédé qui permet d'obtenir du cérium tout à fait pur; nous allons indiquer aujourd'hui la

(¹) La propagation de l'oscillation ne peut expliquer le rayon cathodique; je propose l'hypothèse suivante : les atomes gazeux sont repoussés par la cathode à la vitesse moyenne de 200^{km} par seconde, et de plus ont un mouvement de vibration ou de rotation de même période que l'oscillation électrique. Or tous les corps voisins vibrent par induction; il y aurait entre ces corps et le rayon des répulsions et attractions analogues à celles que Bjerkness a reconnues entre des corps vibrant dans un même milieu. Et, en effet, lorsque le corps déviant qui était cathode devient anode, la répulsion se change en attraction. Lorsque le corps est à la terre, j'ai observé parfois des rayons attirés et non repoussés. Il faudrait vérifier que, avec un même rayon et un même corps, pour des distances croissantes à la cathode, la déviation est alternativement répulsive et attractive.

méthode qui nous a servi à fixer, avec une approximation très satisfaisante, son poids atomique.

» Il faut écarter, tout d'abord, toutes les déterminations faites au moyen de sels autres que le sulfate. L'oxalate (Rammelsberg, Jegel, Buhrig) ne peut être purifié; lorsqu'on cherche à le cristalliser de sa solution nitrique, il entraîne toujours de l'oxalo-nitrate qu'il est impossible de lui enlever complètement; d'ailleurs, les méthodes de l'analyse organique ne sont pas suffisamment exactes pour pouvoir être employées au calcul de poids atomiques aussi élevés. Le chlorure (Béringer, Robinson) est un sel excessivement déliquescent et toujours souillé d'oxychlorure, dont on ne parvient pas à le débarrasser. Seul, le sulfate présente toutes les garanties de pureté et peut être pesé, du moins dans de certaines conditions que nous indiquons plus loin, avec une grande exactitude.

» Mais la séparation du cérium et de l'acide sulfurique présente des difficultés extrêmes. On y arrive cependant en ajoutant à la solution un excès d'eau oxygénée pure et de la soude jusqu'à réaction nettement alcaline. En faisant bouillir, on transforme rapidement le peroxyde brun en hydroxyde céroso-cérique, qui, dans ces conditions, n'entraîne aucune trace d'acide sulfurique, comme il est facile de le constater en le calcinant dans un courant d'hydrogène. La séparation ainsi obtenue ne lève cependant pas toutes les difficultés; on s'aperçoit bien vite, en effet, que le dosage de l'acide sulfurique est une opération analytique peut-être encore plus inexacte que la combustion. Les recherches modernes ont montré que le sulfate de baryte entraîne quelquefois plus de 0,5 pour 100 de chlore, et l'on se trouve dans des conditions telles qu'il est impossible de faire aucune correction utile, car on ne sait pas si ce chlore se trouve en tout ou en partie à l'état de $BaCl^2$ ou de $NaCl$. Des essais directs nous ont montré qu'en adoptant l'une ou l'autre hypothèse on faisait varier le poids atomique de plus de 1 pour 100.

» Il ne reste donc plus que le procédé de la calcination du sulfate et la pesée de l'oxyde qui a donné à M. Brauner des résultats très concordants. Mais l'identité de composition de l'oxyde céroso-cérique à des températures de plus en plus élevées n'était pas démontrée jusqu'ici, de telle sorte que, tout en arrivant à la constance de poids, on n'est pas sûr que le corps qu'on pèse, et d'après lequel on calcule le poids atomique, a bien pour formule C^3O^4.

» De nombreux dosages nous ont montré que, dans le sulfate hydraté,

l'eau était chassée vers 250°, que sa quantité était remarquablement constante, les variations ne dépassant pas 0,03 pour 100. Le dosage de l'eau chassée pouvait dès lors servir au calcul du poids atomique et en même temps à la détermination de la formule de l'oxyde restant après calcination du sulfate à haute température. Pour que le résultat obtenu soit exact, il importe d'avoir des cristaux complètement débarrassés de l'acide sulfurique libre, qu'ils retiennent, comme on sait, avec une grande énergie. Pour cela, on précipite la solution deux ou trois fois par l'alcool, ou bien on les déshydrate à plusieurs reprises en les chauffant vers 450°. Lorsque la solution ne contient plus aucune trace d'acide libre, on n'obtient plus que l'hydrate $(SO^4Ce)^3 8Aq.$, même en évaporant à 85°. C'est l'hydrate le plus stable; il cristallise facilement en cristaux très limpides se conservant bien à l'air. C'est donc lui seul qui doit être employé pour les analyses précises.

» Le sel, une fois déshydraté, supporte une température voisine de 500° sans perdre d'acide sulfurique; on est donc parfaitement sûr de chasser toute l'eau. Après déshydratation, nous chauffons le creuset vers 1500°, car ce n'est qu'à ce degré qu'on obtient un oxyde parfaitement exempt d'acide sulfurique. Dans ces conditions, le calcul du poids atomique, d'après la quantité d'eau chassée et d'après la quantité d'oxyde pesé, cet oxyde étant supposé Ce^3O^4, donne des nombres très sensiblement identiques. Il s'ensuit que l'oxyde, calciné à une température suffisamment élevée pour décomposer entièrement le sulfate, a une composition parfaitement constante exprimée par la formule Ce^3O^4. On remarque pourtant que le poids atomique, calculé d'après la quantité d'oxyde résultant de la calcination, est toujours un peu plus élevé que celui calculé d'après la quantité d'eau : ce qui tient certainement à la grande difficulté d'éliminer les dernières traces d'acide. On peut donc considérer la méthode de M. Brauner comme très satisfaisante, quoique un peu moins exacte que la méthode basée sur la détermination du rapport $\frac{8H^2O}{3SO^4Ce}$.

» Nous donnons les moyennes de trois séries de dix analyses faites avec trois produits différents :

» I. Cérium extrait des oxalates bruts de la monazite par le procédé que nous avons indiqué dans notre précédente Note (quatre analyses).

» II. Cérium également extrait de la monazite, mais provenant d'un traitement industriel dans lequel il a été dissous en même temps que la thorine dans le carbonate d'ammoniaque (quatre analyses).

» III. Cérium de la cérite (deux analyses).

	I.	II.	III.	Différences maxima observées.	Moyenne des trois séries.
Poids atomique calculé d'après H^2O	92,74	92,65	92,71	0,36	92,70
Poids atomique calculé d'après Ce^3O^4 du sel hydraté.	92,84	92,80	92,86	0,62	92,83
Poids atomique calculé d'après Ce^3O^4 du sel anhydre.	92,86	92,85	92,90	0,74	92,87

» On voit ainsi que, lorsqu'on opère avec des produits rigoureusement purs et qu'on emploie des méthodes aussi exemptes que possible d'erreurs analytiques, le cérium, quelle que soit son origine, donne un poids atomique très voisin de 92,7. Étant donné le caractère indirect de la méthode employée, ce chiffre ne peut être considéré que comme approximatif à 0,2-0,3 pour 100 près, mais nous le croyons plus rapproché de la vérité que tous les chiffres donnés jusqu'ici. »

THERMOCHIMIE. — *Sur la chaleur dégagée dans l'addition du brome à quelques substances non saturées.* Note de MM. **W. Louguinine** et **Iv. Kablukov.**

« Nous avons publié, dans le tome CXVI des *Comptes rendus* pour 1893 (p. 1197-1200), une première Note « sur la chaleur dégagée dans l'addition » du brome à quelques substances non saturées de la série grasse ». Actuellement, nous complétons ces études par celles de quelques autres cas dans lesquels l'addition du brome se produit avec une netteté satisfaisante et dans un temps relativement court, rendant possible l'expérience thermochimique. Nous nous sommes servis du même dissolvant (CCl^4) et du même petit appareil de platine (laboratoire de M. Berthelot) que nous avons employés lors de nos premières recherches.

» En un mot, nous avons adopté le mode d'opération qui est décrit dans notre première Note.

» 1. *Chaleur d'addition du brome au chlorure d'allyle* $CH^2 : CH.CH^2Cl$. — La substance a été soigneusement fractionnée. La partie prise pour les expériences passait à la distillation entre 45°,5-46°.

» Pour que la réaction se produise rapidement et avec netteté, il faut suivre les indications suivantes : prendre du chlorure d'allyle en quantité au moins deux fois plus grande que celle qui correspond à la quantité de brome pesée dans l'ampoule de verre, diminuer la quantité du dissolvant (40^{gr} CCl^4 pour 8^{gr} de brome à peu près); dans les expériences faites avec d'autres substances, nous avons employé deux fois plus de dissolvant (à peu près 80^{gr}). Dans ces conditions (excès de substance et dimi-

nution de moitié de la quantité du dissolvant), la réaction se produit rapidement, la période principale de l'expérience thermochimique ne dure que cinq minutes, et la quantité de HBr correspondant au brome non combiné ne dépasse pas 0,1 pour 100.

» Si l'on ne suit pas l'indication donnée, si l'on prend moins de substance et plus de dissolvant, la réaction devient très lente (elle dure à peu près vingt minutes), et l'expérience cesse d'être précise.

» Nous avons trouvé :

1	26692,2
2	26731,4
3	26968,1
4	27015,9
5	26604,5
6	26460,5
7	26969,3
8	27126,6
Moyenne	26821

» L'expérience extrême diffère de cette moyenne de 1,3 pour 100.

» Nous n'avons pas pu mesurer la chaleur d'addition du brome à l'*iodure d'allyle*, car la réaction n'est pas nette : il se produit une substitution du brome à l'iode.

» 2. *Éther éthylallylique*, $CH^2 : CH . CH^2 O C^2 H^5$. Point d'ébullition 64°-64°,5.

» La réaction ne se produit pas très rapidement.

» Dans les deux premières expériences, la période principale a été de huit minutes, et dans la troisième de vingt-trois minutes, ce qui a fait que la correction pour le refroidissement du calorimètre s'est trouvée être, pour cette expérience, très grande (à peu près 11 pour 100).

» Nous avons trouvé

1	28152,3
2	28133,1
3	28113,9
Moyenne	28133,1

» L'expérience extrême en diffère de 0,07 pour 100. La quantité de HBr correspondant au brome non combiné égale à peu près 1 pour 100.

» 3. *Acétate d'allyle* $CH^2 : CH . CH^2 + O . C^2 H^3 O$. Point d'ébullition, 104°.

» La réaction se produit assez rapidement. Quantité de HBr dégagée, égale à peu près à 1,4 pour 100.

» Nous avons trouvé

1	26991,3
2	26522,1
3	27538,2
Moyenne	27017,4

» L'expérience extrême en diffère de 1,9 pour 100.

» 4. *Aldéhyde crotonique* $CH^3 . CH : CH . CHO$. Point d'ébullition, 104°.

» Nous ne disposions que d'une très petite quantité de cette substance qui n'a suffi

que pour deux expériences. Quantité de HBr dégagée égale à peu près 1 pour 100. La réaction se produit assez rapidement; la période principale dure sept minutes. Nous avons trouvé

1................	19511,4
2................	19186,7
Moyenne........	19349,1

» Les deux nombres en diffèrent de 0,83 pour 100.

» Nous avons essayé de réaliser l'addition du brome *à l'acroléine*, mais la réaction se produit très lentement et ne peut pas être mesurée calorimétriquement.

» 5. *Oxyde de mésityle* $(CH^3)^2C:CH.CO.CH^3$. Point d'ébullition, 130°.

» La réaction se produit rapidement. La période principale dure six minutes. Quantité de HBr dégagée égale à peu près 0,84 pour 100.

» Nous avons trouvé :

1................	20313,0
2................	20239,8
3................	20162,7
Moyenne........	20238,5

» L'expérience extrême en diffère de 0,37 pour 100.

» 6. *L'alcool cinnamique* $C^6H^5.CH:CH.CH^2OH$. Point d'ébullition, 250°.

» L'addition du brome se produit d'une manière très nette; après l'expérience, le liquide est presque incolore, on trouve à peine des traces de HBr dégagée. Dans quelques-unes des expériences, il se déposait, de la dissolution, une grande quantité de cristaux d'alcool dibromocinnamique. Nous ne gardons que les expériences dans lesquelles la dissolution n'a pas donné de dépôt. Nous avons trouvé, pour la formation de l'alcool dibromocinnamique dissous dans CCl^4 :

1................	22545,4
2................	22383,2
3................	22379,7
4................	22208,3
5................	22089,1
Moyenne........	22321

» L'expérience extrême en diffère à peu près de 1 pour 100.

» L'addition du brome à l'acide cinnamique n'a pas donné des résultats précis : elle se produit trop lentement.

» Dans toutes ces expériences que nous venons de citer, la quantité du brome employé a varié de 7^{gr} à 9^{gr}.

» Nous résumons dans la Table suivante les résultats des expériences décrites dans nos deux Notes.

» Il se dégage dans l'addition de brome aux substances suivantes :

1.	Diallyle (56114)	2 + 28057
2.	Le chlorure d'allyle	26821
3.	Le bromure d'allyle	26695
4.	L'alcool allylique	27732
5.	L'éther allylique	27017
6.	L'acétate d'allyle	28133
7.	L'alcool cinnamique	22321
8.	L'aldéhyde crotonique	19349
9.	L'oxyde de mésityle	20238

» Nous croyons pouvoir tirer de ces données les conclusions suivantes :

» 1. Les chaleurs d'addition du brome à l'alcool allylique et à ses dérivés (voir 2, 3, 4, 5, 6) sont très voisines entre elles.

» 2. Elles sont presque égales pour le chlorure et le bromure d'allyle.

» 3. La substitution dans l'alcool allylique de l'hydrogène par le phényle (C^6H^5) (voir l'alcool cinnamique) diminue notablement la chaleur d'addition du brome.

» 4. Les expériences indiquées dans les n°s 8 et 9 nous amènent à la conclusion que la présence des groupes acétonique et aldéhydique diminue dans ces cas d'une manière notable les chaleurs d'addition du brome. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Combinaisons de la phénylhydrazine avec les bromures métalliques.* Note de M. **J. Moitessier**, présentée par M. Friedel.

« Dans une Note antérieure, en collaboration avec M. J. Ville, nous avons montré que la phénylhydrazine se combine avec les chlorures des métaux de la série magnésienne, en donnant des composés de la formule générale $MCl^2 . 2(C^6H^5Az^2H^3)$. J'ai obtenu des combinaisons analogues avec les bromures correspondants par l'action de la phénylhydrazine sur les bromures en solution alcoolique ou en solution aqueuse.

» *Bromure de zinc phénylhydrazinique* : $ZnBr^2 . 2(C^6H^5, Az^2H^3)$. — En versant 21^gr,6 (2 molécules) de phénylhydrazine en solution alcoolique à 50 pour 100 dans 22^gr,5 (1 molécule) de bromure de zinc en solution alcoolique à 10 pour 100, on obtient un abondant précipité blanc cristallin, formé de lamelles rectangulaires. Les cristaux sont recueillis sur un filtre, lavés à l'alcool à 95°, essorés et desséchés dans le vide.

Ils sont anhydres; leur composition répond à la formule $ZnBr^2.2(C^6H^5Az^2H^3)$, ainsi que le montrent les nombres suivants :

	Calculé.	Trouvé.
Zinc	14,75	14,90
Brome	36,22	36,30
Azote	12,72	13,09
Carbone	32,68	32,18
Hydrogène	3,63	3,99

» Ce composé peut aussi s'obtenir en versant 8^{gr} ($1^{mol},5$) de phénylhydrazine dans 1^{lit} d'une solution bouillante de bromure de zinc renfermant 11^{gr} (1 molécule) de ce sel. On filtre et l'on réduit le liquide au quart environ de son volume par évaporation au bain-marie; il se dépose, par refroidissement, de belles aiguilles réunies en boules.

» Le bromure de zinc phénylhydrazinique est peu soluble à froid dans l'eau et dans l'alcool, plus soluble à chaud. En solution aqueuse acidulée par l'acide azotique, il donne avec l'azotate d'argent un précipité de bromure d'argent. Dissous dans l'eau, il présente les réactions des sels de zinc et celles de la phénylhydrazine (réduction à froid de la liqueur de Fehling et de l'azotate d'argent ammoniacal).

» *Bromure de cadmium phénylhydrazinique* $CdBr^2.2(C^6H^5,Az^2H^3)$. — Pour obtenir ce composé, on verse $10^{gr},8$ (2 molécules) de phénylhydrazine en solution alcoolique à 5 pour 100 dans $13^{gr},6$ (1 molécule) de bromure de cadmium en solution alcoolique à 5 pour 100. Il se forme un volumineux précipité blanc, confusément cristallisé, qu'on lave à l'alcool et qu'on dessèche.

» Dissous à saturation dans l'eau chaude, le composé se dépose par refroidissement en longues lamelles quadrangulaires groupées en rosaces. On peut aussi l'obtenir cristallisé directement en versant 8^{gr} (1,5 molécule) de phénylhydrazine dans un litre d'une solution bouillante de bromure de cadmium contenant 13^{gr} (1 molécule) de sel anhydre.

» Les cristaux de bromure de cadmium phénylhydrazinique sont anhydres ; ils sont très peu solubles dans l'eau et dans l'alcool, surtout à froid. Ils présentent les réactions des bromures, des sels de cadmium et de la phénylhydrazine. Leur composition centésimale répond à la formule $CdBr^2.2(C^6H^5Az^2H^3)$.

	Calculé.	Trouvé.
Cadmium	22,92	22,75
Brome	32,75	32,90
Azote	11,49	11,61
Carbone	29,55	29,38
Hydrogène	3,29	3,30

» *Bromure de magnésium phénylhydrazinique.* — Ce composé s'obtient en versant 12^{gr} ($1^{mol},5$) de phénylhydrazine dans 110^{cc} d'une solution à 10 pour 100 de bromure de magnésium (1 molécule). On réduit de moitié environ le volume de la solution par évaporation au bain-marie. Il se dépose des masses cristallines, formées de longues lamelles quadrangulaires, qui envahissent peu à peu toute la masse du liquide.

Le composé ainsi obtenu est très soluble dans l'alcool et dans l'eau, mais non déliquescent.

» Les bromures de nickel et de cobalt donnent également, avec la phénylhydrazine, des combinaisons moléculaires cristallisées, dont je poursuis l'étude.

» Les iodures des divers métaux de la série magnésienne se combinent aussi avec la phénylhydrazine. J'aurai l'honneur de présenter prochainement à l'Académie une Note sur les iodures phénylhydraziniques. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un menthoglycol.* Note de MM. **Ph. Barbier** et **G. Leser**, présentée par M. Friedel.

« A la suite de leurs recherches sur le citronellal, MM. Barbier et Bouveault [1] avaient proposé, pour représenter cette aldéhyde, la formule de constitution

$$CH^3 - \underset{\displaystyle CH^3}{\underset{|}{C}} = CH - CH^2 - \underset{\displaystyle CH^3.}{\underset{|}{CH}} - CH^2 - CH^2 - CHO$$

» A la même époque, MM. Tiemann et Schmidt, travaillant sur le même sujet, conclurent à la constitution

$$CH^3 - \underset{\displaystyle CH^3}{\underset{|}{C}} = CH - CH^2 - CH^2 - \underset{\displaystyle CH^3.}{\underset{|}{CH}} - CH^2 - CHO$$

» Tout en reconnaissant que la formule donnée plus haut ne peut être maintenue, nous ne pouvons admettre celle des savants allemands qui identifie le citronellal au rhodinal, ne tient pas compte des réactions si différentes de ces deux aldéhydes et qui, en outre, ne permet pas d'expliquer l'isomérie de l'isopulégol et du pulégol. Pour exposer nos résultats, nous attribuerons au citronellal la constitution suivante :

$$CH^2 = \underset{\displaystyle CH^3}{\underset{|}{C}} - CH^2 - CH^2 - CH^2 - \underset{\displaystyle CH^3,}{\underset{|}{CH}} - CH^2 - CHO$$

nous réservant de revenir sur ce point pour justifier notre manière de voir.

---

[1] Barbier et Bouveault, *Comptes rendus*, t. CXXII, p. 795.

» Le présent Mémoire a pour objet l'étude d'un menthoglycol que nous avons obtenu par l'action de l'acide sulfurique dilué sur le citronellal. Le citronellal pur, bouillant à 90°-91° sous 10mm, est agité pendant douze heures avec dix fois son poids d'acide sulfurique à 5 pour 100 : sous l'influence de ce réactif, l'aldéhyde, primitivement très mobile, devient visqueuse, sans se colorer, en même temps que se développe une forte odeur de menthe.

» Le produit de la réaction, rassemblé à l'éther, est agité avec une solution de bicarbonate de soude et soumis au fractionnement dans le vide après que l'éther a été chassé au bain-marie.

» Nous avons obtenu ainsi trois corps parfaitement définis :

» 1° Un composé liquide bouillant à 88°-89° sous 10mm, qui nous a donné à l'analyse des chiffres conduisant à la formule $C^{10}H^{18}O$: ce corps isomérique avec le citronellal primitif n'est autre que l'isopulégol qui donne un éther acétique bouillant à 104°-105° sous 10mm, et dont le produit d'oxydation est l'isopulégone bouillant à 90°-91°. Nous avons préparé l'oxime de cette cétone qui fond bien à 136°-137°.

» 2° Un liquide incolore, très visqueux, presque inodore, bouillant à 144°-145° sous 10mm et qui, par refroidissement, ne tarde pas à se prendre en une masse cristalline, qui, essorée et cristallisée dans l'éther de pétrole, fournit des lames blanches, brillantes, fusibles à 81°-81°,5. L'analyse conduit à la formule $C^{10}H^{20}O^2$, qui est celle du citronellal ayant fixé une molécule d'eau. Nous avons pensé tout d'abord que nous nous nous trouvions en présence de l'hydroxycitronellal

$$\begin{array}{l} CH^3-\underset{\displaystyle CH^3}{C(OH)}-CH^2-CH^2-CH^2-\underset{\displaystyle CH^3.}{CH}-CH^2-CHO \end{array}$$

» Mais, après avoir constaté son indifférence vis-à-vis de l'hydroxylamine, nous avons abandonné cette idée et nous avons recherché sa constitution.

» Par chauffage avec l'anhydride acétique, le composé $C^{10}H^{20}O^2$ nous a donné deux éthers acétiques, que l'on obtient à volonté suivant les conditions dans lesquelles on se place.

» En faisant agir l'anhydride acétique à 100° pendant huit heures, on obtient un corps liquide bouillant à 137°-138°, sous 10mm, auquel l'analyse assigne la formule $C^{10}H^{19}O(C^2H^3O^2)$.

» Si l'on chauffe à 150°, en présence d'acétate de sodium fondu, il se forme un autre éther bouillant à 104°-105° sous 10mm, répondant à la for-

mule $C^{10}H^{17}(OC^2H^3O)$; il diffère du précédent par H^2O en moins et présente le même point d'ébullition que l'acétate de l'isopulégol auquel nous l'avons identifié en le transformant en isopulégol et isopulégone.

» Le gaz chlorhydrique sec transforme le corps $C^{10}H^{20}O^2$ dissous dans l'acide acétique cristallisable en une acétochlorhydrine bouillant à 124°-125° sous 10^{mm} et répondant à la formule $C^{10}H^{18}(Cl)(OC^2H^3O)$. Elle nous a paru être un mélange de deux isomères.

» On voit donc, par ce qui précède, que le corps $C^{10}H^{20}O^2$ est un glycol et que ce glycol peut perdre de l'eau pour donner l'isopulégol. Cette dernière circonstance, rapprochée de son mode de formation à partir du citronellal et de sa composition, permet d'ajouter que ce nouvel alcool diatomique est un dérivé cyclique.

» Nous l'appellerons *menthoglycol* et nous avons vérifié cette conclusion en le reproduisant par fixation d'une molécule d'eau sur l'isopulégol. Tous ces faits, ainsi que la constitution des corps dont il s'agit, peuvent être représentés par les formules suivantes :

```
        CH3                          CH3
         |                            |
         CH                           CH
   CH2 /    \ CH2               CH2 /    \ CH2
      |      |       + H2O =       |      |
   CH2 \      CHO               CH2 \      CHOH
        CH2                           CH
         |                            |
   CH3 — C = CH2               CH3 — C(OH) — CH3
    Citronellal.                  Menthoglycol
                              ou menthanediol 3,8.
```

» Par perte d'eau le menthoglycol donne l'isopulégol

```
        CH3                          CH3
         |                            |
         CH                           CH
   CH2 /    \ CH2               CH2 /    \ CH2
      |      |       — H2O =       |      |
   CH2 \      CHOH              CH2 \      CHOH
        CH                            CH
         |                            |
   CH3 — C(OH) — CH3            CH3 — C = CH2
    Menthoglycol.                 Isopulégol.
```

» La fixation d'eau sur l'isopulégol pour reproduire le menthoglycol se comprend trop aisément pour qu'il soit nécessaire de lui donner une représentation schématique.

» 3° Nous ajouterons enfin qu'outre l'isopulégol et le menthoglycol il se

fait, dans l'action de l'acide sulfurique dilué sur le citronellal, une petite quantité d'un corps bouillant à 185°, sous 10^{mm}. Ce corps possède la composition $C^{20}H^{34}O$: il résulte de la condensation de deux molécules de citronellal, avec élimination d'une molécule d'eau. Nous n'en avons pas poursuivi l'étude. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Étude chimique sur la culture des* Cattleya. Note de MM. **Alex. Hébert** et **G. Truffaut**, présentée par M. P.-P. Dehérain.

« La plupart des horticulteurs reconnaissent que les Orchidées exotiques, qui sont exploitées pour leurs fleurs, sont plus ou moins rebelles à l'acclimatement et que, après une courte période de vigueur exubérante, ces plantes, à part quelques rares exemplaires, fleurissent de plus en plus difficilement et, après quelques années, finissent par périr. Les cultivateurs de ce genre de végétaux, d'une valeur élevée, auraient, cependant, grand intérêt à pouvoir les conserver et les multiplier dans de bonnes conditions pour éviter des importations coûteuses.

» Nous avons pensé que l'analyse chimique, qui nous avait déjà fourni de bonnes indications dans le cas des *Cyclamen* (1), pourrait aussi nous renseigner sur les causes de l'affaiblissement des Orchidées et sur les moyens d'y remédier.

» C'est dans cet ordre d'idées que nous avons étudié spécialement les *Cattleya labiata autumnalis*. Ces végétaux, monocotylédonés, de la famille des Orchidées, groupe des Épidendrées, sont originaires de l'Amérique du Sud ; ce sont des plantes épiphytes, vivaces, à rhizomes dont les yeux produisent chaque année des tiges monophylles, se transformant en pseudobulbes de réserves, n'ayant chacun qu'une seule floraison de six fleurs au maximum. Ces Orchidées se reproduisent naturellement par graines et artificiellement par sectionnement ; elles fleurissent tous les ans, en octobre ou novembre. On les cultive en serre, dans un mélange de racines de fougères (*polypodium vulgare*) et de mousse (*sphagnum*), très peu nutritif et qui joue le rôle de soutien.

» L'affaiblissement de ces plantes se produit au bout de six ou sept ans ; on peut souvent s'en rendre compte par les pseudo-bulbes qui prennent

---

(1) *Étude physiologique des* Cyclamen (*Comptes rendus*, t. CXXII, p. 1212).

naissance chaque année et qui diminuent de taille et de grosseur; cette sorte de dégénérescence ne peut guère avoir de causes physiques, car on reproduit dans les serres toutes les conditions de culture auxquelles sont soumis ces végétaux à l'état naturel; il ne restait probable que le fait d'une alimentation défectueuse qui amènerait une modification dans la composition chimique et qui aurait pour effet d'affaiblir les plantes et de les empêcher de fleurir. Pour vérifier cette hypothèse, il convenait d'examiner, au point de vue chimique, les *Cattleya* au début et à la fin de leur période de dégénérescence, pour constater si la différence de composition était sensible; on devait avoir vraisemblablement en même temps l'indication de la nature des engrais à ajouter pour maintenir ces plantes dans un état de culture satisfaisant, sinon prospère.

» Des *Cattleya*, importés en 1891, ont été analysés à cette époque, puis au mois de février dernier, quand ces végétaux étaient parvenus à un état tel que leur exploitation ultérieure semblait peu profitable.

» Le Tableau suivant donne les résultats de ces deux séries d'analyses; pour la facilité de l'interprétation, nous y rapportons les proportions des éléments à 1^{kg} de matière végétale normale.

	1891.	1897.	Différences.
	gr	gr	gr
Eau	908,79	939,03	+30,24
Matière sèche	91,21	60,97	−30,24
Cendres	4,150	3,254	− 0,896
Matière organique	87,06	57,72	−29,34
Azote	1,10	0,511	− 0,589
Silice	0,124	0,253	+ 0,129
Chlore	Traces.	0,109	+ 0,109
Acide sulfurique	Traces.	0,180	+ 0,180
Acide phosphorique	0,080	0,065	− 0,015
Oxyde de fer et alumine	0,008	0,109	+ 0,101
Chaux	1,580	0,879	− 0,701
Magnésie	0,290	0,149	− 0,141
Potasse	1,040	0,372	− 0,668
Soude	Traces.	0,035	+ 0,035
Oxyde de manganèse	Traces.	»	»

» Ces chiffres montrent que les *Cattleya* dégénérés contiennent moins de matière sèche, de substances organiques et azotées et de cendres; parmi celles-ci, la diminution porte sur la potasse, la chaux, la magnésie et l'acide phosphorique, c'est-à-dire sur les principaux éléments fertilisants.

» Les *Cattleya* étant cultivés dans un sol à peu près inerte, leur affai-

blissement doit être attribué à l'exportation des fleurs pour lesquelles ils sont cultivés. Pour le vérifier, nous avons procédé à l'analyse de ces fleurs et nous avons déterminé, d'après leur quantité (350^{gr}) correspondant à la floraison de 1^{kg} de *Cattleya* entiers, de 1891 à 1897, les pertes en éléments fertilisants que ces végétaux subissent de ce fait. Elles sont exprimées par le Tableau ci-dessous :

Eau	$321^{gr},30$	Acide phosphorique	$0^{gr},1386$
Matière sèche	28,70	Oxyde de fer et alumine	0,0336
Cendres	3,384	Chaux	0,5810
Matière organique	25,316	Magnésie	0,2800
Azote	0,364	Potasse	1,1025
Silice	0,1106	Soude	traces
Chlore	0,2593	Oxyde de manganèse	»
Acide sulfurique	0,0619		

» On peut constater que la matière organique des fleurs renferme une quantité assez importante d'azote et que les cendres sont particulièrement riches en potasse, en chaux, en magnésie et en acide phosphorique ; l'appauvrissement des *Cattleya*, relativement à ces éléments, s'explique donc d'une façon évidente, ces résultats indiquant bien que la dégénérescence de ces végétaux doit être attribuée à la production et à l'exportation des fleurs.

» Au point de vue pratique horticole, on doit conclure de cette étude que les *Cattleya* devront recevoir, si l'on veut entraver leur affaiblissement, un mélange d'engrais appropriés renfermant principalement de l'azote, de l'acide phosphorique, de la potasse, de la chaux et de la magnésie. Des expériences sont déjà commencées depuis quelque temps dans ce sens et semblent bien confirmer nos conclusions. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Essai des ustensiles en aluminium.* Note de M. **Balland**.

« Plusieurs procédés ont été proposés, dans ces dernières années, pour doser les impuretés contenues dans l'aluminium du commerce. Ces procédés, et en particulier celui de M. Moissan (*Comptes rendus*, 9 décembre 1895), peuvent donner de bons résultats, mais ils exigent beaucoup de temps. J'ai cherché un moyen plus pratique pour m'assurer, au moment de leur réception, si les divers ustensiles en aluminium aujourd'hui

en usage dans l'armée (bidons-gourdes, quarts, gamelles individuelles, gamelles et marmites pour quatre hommes, tambours) remplissaient exactement les clauses des cahiers des charges. Le métal employé est l'aluminium seul ou l'aluminium allié au cuivre. Dans le premier cas, l'aluminium doit être au titre de $\frac{995}{1000}$ avec une tolérance de $\frac{5}{1000}$ en moins, c'est-à-dire qu'il doit contenir 99 à 99,5 pour 100 d'aluminium pur. Dans le second cas, la proportion de cuivre doit être comprise entre $\frac{20}{1000}$ et $\frac{30}{1000}$, soit 2 à 3 pour 100. Les ustensiles ne doivent pas subir de décapages à la soude.

» C'est après avoir étudié l'action sur ces aluminiums, à froid et à chaud, de l'acide chlorhydrique, à des degrés de dilution allant de 1^{cc} à 25^{cc} d'acide pour 100^{cc} d'eau, que j'ai adopté la marche suivante :

» *Aluminium seul.* — On met dans une fiole d'attaque $0^{gr},5$ du métal coupé en menus morceaux, on ajoute 50^{cc} d'eau distillée et 10^{cc} d'acide chlorhydrique pur. L'action ne tarde pas à se manifester et à s'affirmer de plus en plus à mesure que la liqueur s'échauffe. Dès que le dégagement de gaz commence à se ralentir, on porte la fiole à l'étuve à une température inférieure à 100° et on ne la retire que lorsque tout dégagement a cessé. Dans ces conditions, le silicium, le carbone et le cuivre ne sont pas attaqués; ils sont recueillis sur filtre, lavés et pesés après calcination.

» Pour doser le fer, on ajoute à la moitié de la liqueur filtrée, comprenant les eaux de lavage un excès de potasse à 10 pour 100, suffisant pour dissoudre l'alumine, et on laisse à l'étuve pendant une demi-heure. On recueille, sur un petit filtre sans plis, le dépôt ocracé qui s'est rassemblé au fond du vase; on le lave à l'eau distillée chaude, on verse sur le filtre quelques centimètres cubes d'acide chlorhydrique pur à 5 pour 100, de façon à dissoudre entièrement le contenu. On recueille à part la liqueur acide qui a traversé le filtre, puis, comme précédemment, on ajoute un excès de potasse; on met à l'étuve et, lorsque le dépôt d'oxyde de fer, ainsi exempt d'alumine, s'est bien rassemblé, on le sépare par le filtre, on lave pour enlever toutes traces de potasse et l'on pèse, après calcination sur une lamelle de platine préalablement tarée.

» Dans l'autre moitié de la liqueur primitive, on dose à la fois l'aluminium et le fer, suivant les indications classiques, en ajoutant, à chaud, un léger excès d'ammoniaque pure. En retranchant du poids trouvé le poids de l'oxyde de fer obtenu plus haut, on a le poids de l'alumine seule et, par le calcul, la proportion d'aluminium pur.

» L'industrie française livre actuellement des aluminiums qui se dissolvent presque entièrement à froid dans l'acide chlorhydrique à 20 pour 100, ne laissant même souvent qu'un très léger dépôt noir, à peine appréciable à la balance. Le silicium, le carbone et le cuivre ont, à peu près, disparu. Le fer, qu'il y a non moins d'intérêt à voir disparaître, a beaucoup diminué; mais les progrès réalisés ont été moins marqués que pour le silicium : de $1^{gr},20$ pour 100 que je trouvais en 1891, il n'est encore tombé qu'à $0^{gr},5$ pour 100.

» *Aluminium allié au cuivre.* — On met dans deux fioles d'attaque $0^{gr},5$ du

métal coupé en morceaux, on ajoute 50cc d'eau distillée et seulement 5cc d'acide chlorhydrique pur. L'attaque se produit plus rapidement qu'avec l'aluminium seul. Quand le dégagement de gaz commence à se ralentir, on porte les fioles à l'étuve à une température inférieure à 100° et on les retire lorsque l'on ne voit plus de bulles gazeuses. Les opérations durent moins d'une heure. Le cuivre reste absolument intact sous la forme d'un amas rougeâtre, spongieux. On verse sur un filtre sans plis le contenu de l'une des fioles, on lave le dépôt à l'eau distillée chaude, on calcine et l'on pèse. Dans la liqueur filtrée, on dose, comme ci-dessus, le fer et l'aluminium.

» L'autre fiole permet de s'assurer s'il y a du silicium ou du carbone. A cet effet, on ajoute 25 à 30 gouttes d'acide nitrique pur et l'on chauffe modérément à feu nu. En quelques minutes, tout le cuivre disparaît et il ne reste que le silicium et le carbone que l'on peut recueillir sur filtre et peser après lavage et calcination. »

PALÉONTOLOGIE VÉGÉTALE. — *Les Bactériacées des Bogheads.* Note de M. **B. Renault**, présentée par M. Ph. Van Tieghem.

« Dans une Note récente, insérée dans les *Comptes rendus* (1), nous avons annoncé l'existence, dans la Houille, de nombreuses Bactériacées; aujourd'hui nous allons établir leur présence dans les Bogheads, un autre genre de combustible fossile.

» On sait que les Bogheads sont dus à la houillification (2) de végétaux spéciaux, d'Algues microscopiques, à l'exclusion presque complète d'autres plantes.

» Les Bogheads se différencient entre eux par l'espèce d'Algue qui les constitue; rarement on y rencontre plusieurs espèces; ils se sont formés dans des lacs de peu d'étendue, occupés par des eaux tranquilles. Ces conditions de dépôt permettaient déjà de supposer qu'on pourrait y rencontrer des Bactériacées. A ce point de vue, nous avons examiné les Bogheads caractérisés par des genres divers d'Algues et appartenant aux terrains permiens de France et d'Australie, aux terrains moyens d'Écosse et d'Angleterre, au Culm de Russie.

» Nous avons l'honneur de mettre sous les yeux de l'Académie une série de photographies faites d'après nos préparations, avec des grossissements

---

(1) Séance du 30 novembre 1896.

(2) Le mot de *houillification* doit comprendre l'ensemble des transformations chimiques et physiques qui ont amené les végétaux à présenter la composition et la constitution des combustibles fossiles tels que l'Anthracite, la Houille, le Boghead, le Cannel, etc., transformations dont nous ne pouvons pas encore préciser les causes.

variant de 450 à 1200 diamètres; elles montrent toutes, avec la plus grande netteté, la présence et les divers modes de distribution des Bactériacées à l'*intérieur* des Algues.

» Les thalles qui composent la masse des Bogheads se trouvent à des stades divers de décomposition : tantôt ce sont des corps d'aspect gélatineux, ou floconneux, sans structure apparente, de couleur jaune clair; tantôt on y distingue plus ou moins nettement les cellules qui les composent.

» Dans le premier cas, les Bactériacées, qui toutes affectent la forme coccoïde, sont disséminées sans ordre dans le milieu amorphe, et souvent fort difficiles à mettre en évidence, quand il ne s'est pas établi, grâce à quelque matière étrangère, une légère différence de coloration entre elles et la masse environnante.

» Dans le second cas, au contraire, les Bactériacées sont rangées suivant les parois des cellules, dont elles marquent exactement la forme et la disposition ([1]). Un exemple suffira pour en donner une idée; nous l'emprunterons au Boghead d'Autun.

» Les Algues qui ont donné naissance à ce combustible étaient sphériques, creuses, formées d'une rangée de cellules toutes semblables, prismatiques et dont la grande longueur était dirigée suivant le rayon de la sphère. Sur une coupe tangentielle passant dans l'épaisseur de la rangée des cellules, les parois de ces dernières, qui sont détruites, sont cependant indiquées très nettement par des lignes polygonales de Microcoques; la plupart occupent la place de la membrane moyenne; quelques-uns se sont un peu écartés, mais le réseau est néanmoins d'une grande régularité.

» Sur des coupes intéressant leur longueur ([2]), les parois sont dessinées par des bandes rayonnantes de Microcoques. Après la houillification des cellules, les *cocci* sont donc restés en place, malgré la déformation du thalle qui s'est aplati.

» Nous avons donné le nom de *Micrococcus petrolei* aux différents Microcoques des Bogheads, les distinguant en plusieurs variétés désignées par les lettres A, B, ..., F ([3]).

([1]) Les photographies 6 à 9 et 1 à 5 montrent très clairement les deux états sous lesquels les thalles peuvent se présenter.

([2]) Photographies 4 et 5.

([3]) Le nom spécifique de *petrolei* doit rappeler seulement que les Microcoques en question se trouvent dans un combustible produisant, quand on le distille, des huiles

» La diagnose de l'espèce est : cellules sphériques mesurant $0^{\mu},4$ à $0^{\mu},5$ à parois visibles sous un grossissement de 1000 à 1200 diamètres, incolores ou faiblement colorées quand elles n'ont pas fixé quelques matières étrangères, apparaissant souvent comme de petites sphères brillantes plus réfringentes que le milieu environnant, ou bien par une mise au point différente, comme une cavité hémisphérique de même diamètre.

» Les cellules sont tantôt isolées, tantôt contiguës, réunies par deux ou en chaînettes.

» Les dimensions du *Micrococcus petrolei* sont sensiblement les mêmes que celles du *Micrococcus Carbo* de la houille, et cette espèce rentre dans la section des *Hymenophagus*.

» Nous avons pu suivre le mode de cheminement des Microcoques à *l'intérieur* de ceux des thalles qui ont conservé quelques traces d'organisation. Il est évident que l'envahissement ne pouvait se faire que par la périphérie; on rencontre, en effet, des formes coccoïdes variées et nombreuses, soit dans la masse fondamentale qui entoure les thalles, soit à leur surface même.

» Les *Micrococcus petrolei* pénétraient dans les Algues en suivant les arêtes longitudinales communes à plusieurs cellules contiguës ([1]) et par leurs divisions successives formaient bientôt des lignes rayonnantes continues de Microcoques; un certain nombre de ceux-ci, en se multipliant dans l'épaisseur de la membrane moyenne, perpendiculairement à l'arête, produisaient des lignes transversales allant rejoindre l'arête opposée. Plusieurs de nos photographies montrent nettement ces bandes transversales qui donnent aux cellules une sorte d'aspect scalariforme ([2]). Ces bandes d'ailleurs se résolvent souvent, avec un grossissement suffisant, en chaînettes de Microcoques; on distingue en outre, dans leur voisinage, de nombreuses sculptures produites par un travail microbien. Ce sont ces bandes transversales qui, sur les sections tangentielles, produisent le réseau polygonal que nous avons mentionné plus haut.

» En résumé :

» 1° Les Algues houillifiées qui constituent les Bogheads renferment de grandes quantités de Microcoques, souvent difficiles à distinguer à cause de

---

analogues aux pétroles. Nous ne pouvons ici entrer dans la description de toutes ces variétés.

([1]) Photographies 4 et 5.

([2]) Photographie 3.

leur petitesse et du peu de différence entre leur coloration et celle du milieu où ils se trouvent.

» 2° Les Microcoques sont tantôt dispersés sans ordre dans les thalles écrasés ou désorganisés, tantôt, au contraire, orientés suivant la direction des membranes moyennes.

» 3° Nous n'avons décrit dans cette Note que celle des espèces qui nous paraît la plus importante au point de vue de la formation des Bogheads, c'est-à-dire le *Micrococcus petrolei*, mesurant $0^{\mu},4$ à $0^{\mu},5$.

» 4° L'invasion des thalles s'effectuait de la périphérie au centre et de proche en proche, par la multiplication des Microcoques dans l'épaisseur des membranes moyennes, où maintenant on peut encore les observer, en même temps que les résultats de leur travail. »

ANATOMIE PATHOLOGIQUE. — *Étude sur les lésions infectieuses de la peste.* Note de M. **Gustave Nepveu**, présentée par M. Bouchard.

« Les pièces anatomiques qui sont le point de départ de cette étude sont dues à l'extrême obligeance du Dr Childe, de Bombay.

» Elles proviennent d'un Indou, de trente ans, pris subitement de fièvre le 15 février, mort le 19. La peau, le cœur, le cerveau n'avaient rien; seuls le foie, la rate, les reins étaient congestionnés; les poumons étaient de plus œdémateux et présentaient quelques nodosités piriformes de broncho-pneumonie. Quelques-uns des ganglions inguinaux, iliaques, bronchiques, cervicaux, axillaires étaient de la grosseur d'une amande.

» Sur des coupes fines des *circonvolutions cérébrales*, on trouve les méninges normales, l'espace sous-arachnoïdien parsemé de bacilles, comme aussi la gaine lymphatique des capillaires; autour d'eux il y a une légère diapédèse de leucocytes, nombreux dans leur intérieur.

» Dans les *poumons*, il y a de nombreux foyers hémorragiques qui remplissent plusieurs alvéoles à la fois; on y observe de plus petits foyers de pneumonie catarrhale : cellules pigmentées, épithéliums libres, leucocytes, granulations et bacilles nombreux qui doivent paraître dans les crachats. Les capillaires très congestionnés sont remplis de leucocytes et de bacilles.

» Le *cœur* présente de nombreux petits foyers hémorragiques et des points de ramollissement dus à des coagulations et à des thromboses. Les noyaux des fibres musculaires sont plus nombreux, deux, trois, quatre; ils grossissent, pâlissent, éclatent enfin; le canal qui renferme les granulations jaunes s'allonge, s'élargit, se vide, la fibre musculaire est partagée en deux. La fibre musculaire pâlit, augmente de volume; les fibrilles se séparent l'une de l'autre (*segmentation fibrillaire*) et se dissocient

complètement. Les bacilles pénètrent dans ces foyers et sont très nombreux dans les capillaires, les espaces lymphatiques ; ils arrivent dans la fibre musculaire jusqu'au noyau.

» *Dans l'intestin grêle,* les villosités et la muqueuse sont tuméfiées par une légère diapédèse, les plaques de Peyer et les fibres lisses sont normales, les veines sont remplies de bacilles, disséminés aussi dans le tissu conjonctif, nombreux dans le *péritoine.*

» La *rate,* vivement congestionnée, n'a d'autre altération que la nécrose centrale des follicules, et la présence de nombreux bacilles dans les veines autour des leucocytes et sur les parois vasculaires.

» *Dans le foie,* le protoplasme cellulaire a presque entièrement disparu ; ce qui en reste est finement granuleux. Autour des noyaux, on observe de petits espaces clairs, c'est la dégénération vacuolaire. Les noyaux des cellules hépatiques se colorent à peine, sont vésiculeux pour la plupart. Les fins canalicules biliaires sont marqués par des bandes formées de petites boules hyalines, tachetées de pigment biliaire. Autour des capillaires sanguins, on observe des infiltrations périvasculaires qui soulèvent leur paroi et s'y rompent. Les endothéliums des capillaires sont volumineux et rétrécissent leur calibre; ceux-ci sont pleins de leucocytes polynucléés, de bacilles et de coagulations fibrineuses filiformes. Les veines interlobulaires sont énormément dilatées, parfois rompues; l'épithélium des vaisseaux biliaires est en prolifération, comme le tissu conjonctif.

» Les *reins* sont en pleine dégénérescence granuleuse aiguë : la cavité du *glomérule* renferme des amas de fines granulations, des épithéliums nécrosés, en voie d'émiettement, et des bacilles. Les capillaires du glomérule sont bourrés de globules rouges et de leucocytes; leurs épithéliums ont plusieurs noyaux. Les *canalicules* urinifères sont partout fortement granuleux; leurs épithéliums sont en partie détruits (fusionnés, granuleux, noyaux faiblement colorés; bacilles et débris cellulaires dans la lumière des tubuli). Les canalicules de l'anse, de la pièce intermédiaire et des canaux collecteurs présentent, à des degrés divers, toutes ces altérations; légère diapédèse dans le tissu conjonctif.

» *Ganglions lymphatiques.* La capsule, les trabécules sont légèrement hyperplasiés, les cordons folliculaires et les nodosités lymphatiques remplis de cellules, avec quelques bacilles. Ceux-ci forment une colossale purée dans les voies lymphatiques, énormément dilatées et remplies de cellules endothéliales desquamées.

» *Dans tous les organes, les capillaires et les petits vaisseaux* présentent partout une augmentation de volume et une altération granuleuse des noyaux et du protoplasme de leurs cellules endothéliales, et même du noyau de leurs fibres lisses ; ils sont remplis de leucocytes mono- et polynucléés, et même de noyaux libres.

» En résumé, l'infection produite par la peste a des effets très multiples sur les tissus :

» 1° *Leucogéniques :* Production d'un grand nombre de globules blancs dans le sang, la lymphe, mono- et polynucléaires surtout.

» 2° *Diapédétiques :* Ils sont légèrement marqués dans notre cas, mais se présentent dans tous les organes.

» 3° *Pyogéniques :* On connaît les bubons, les anthrax, les pneumonies catarrhales et autres suppurations.

» 4° *Dégénératifs :* 1° *Sur le protoplasme cellulaire* (dégénérescence granulo-graisseuse (rein), vacuolaire (foie); 2° sur les noyaux (nécrose), état vésiculeux.

» 5° *Congestifs, hémorragiques et œdémateux :* Par la création de tant d'obstacles à la circulation, hyperleucocytose, coagulations diverses, altérations des cellules endothéliales des vaisseaux.

» 6° *Coagulants :* Formation de caillots dans le cœur, de fils de fibrine entremêlés de bacilles dans le foie.

» La myocardite, que j'appellerais volontiers *fibrillaire* pour désigner la désagrégation complète des fibrilles, paraît être une suite des effets multiples de cette infection.

» Le *bacille de la peste, agent spécial de cette infection, est ubiquiste;* on le trouve dans le sang, la lymphe, le péritoine, l'espace sous-arachnoïdien, dans le protoplasme des cellules rénales, hépatiques, dans les fibres musculaires ramollies du cœur, dans leurs noyaux très rarement, dans les urines et les crachats. Ce bacille ne produit pas d'indol; en faisant agir l'acide nitreux ou l'acide picrique et la benzine suivis de l'ammoniaque sur le liquide de macération des pièces histologiques on n'obtient pas d'indol. Ce bacille est partout en quantité colossale, sous trois formes : cocci, court 1μ, allongé 4μ; rarement en chaînettes dans les tissus. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Recherches sur les Ostioles.* Note de M. **J.-J. Andeer.**

» Il y a près de trente ans que, en faisant des auto-nécropsies pour la Polyclinique au cimetière de Wurzbourg, je me suis demandé : si le liquide d'ex- et transsudation, si fréquemment trouvé dans la cavité péritonéale des cadavres, est un produit de diosmose ou de filtration. La théorie de diosmose, émise surtout par les Allemands, me répugnait alors; mais comment démontrer le procédé de filtration ou même de sécrétion par des voies préformées, dont on ignorait alors l'existence? Dans l'impossibilité de trouver la base de ce phénomène, et de son appareil anatomique,

j'ai essayé de la découvrir par une méthode convenable pour l'ex- et transsudation artificielle, et je l'ai trouvée. Je la montrerai sur la grenouille. Par analogie avec le procédé de Claude Bernard, j'ai essayé, en 1887, et j'ai réussi à la produire par une lésion cérébrale sur le cochon, sur la chèvre et sur le cheval. Cette méthode d'obtenir le phénomène d'ex- et transsudation artificielle m'a réussi d'une manière encore plus démonstrative que sur la grenouille.

» Mais mes recherches ont été interrompues par mes travaux sur la résorcine, aujourd'hui entrée en Thérapeutique, et aussi sur sa congénère la phloroglucine, introduite aussi dans la Technique microscopique, à cause de la propriété qu'elle possède par excellence de ramollir les os.

» Ce n'est que l'été dernier que j'ai réussi à observer, d'abord dans le péritoine des Batraciens, et puis dans celui de tous les autres animaux vertébrés examinés, l'appareil d'ex- et transsudation, décrit dans les *Comptes rendus de l'Académie des Sciences* du 9-15 mars dernier.

» A l'état normal, ces ostioles sécrètent seulement le liquide nécessaire pour humecter les surfaces des organes dans la cavité péritonéale et pour lubréfier leur frottement mutuel dans les mouvements péristaltiques des intestins, si indispensable pour l'action chylopoïétique. Sans ces micro-appareils ostioliques, tous ces mouvements *sui generis* seraient difficiles, souvent même impossibles, comme les mouvements de la langue dans la bouche sans salive. Il en serait de même de la déglutition et de la péristaltique œsophagienne et intestinale, s'il y avait rétention de la sécrétion de l'appareil ostiolique.

» Lorsque cette sécrétion ostiolique est normale, elle se montre, lorsqu'on ouvre la cavité abdominale, surtout à basse température, sous forme de vapeur, comme celle par exemple qui s'échappe de la bouche lorsqu'il fait froid ou de la peau d'un cheval qui, en hiver, vient d'accomplir une course à grande allure.

» Lorsqu'elle est anormale par hypersécrétion, elle apparaît dans la cavité péritonéale sous forme de liquide d'abord limpide, soit localisée ou dépochée, soit généralisée. On appelle ordinairement en médecine cette hypersécrétion *ex* — et *transsudation*. C'est analogue à la ptyalorrhée ou hypersécrétion des glandes salivaires ou mucipares. Ce liquide, comme on l'a déjà dit, est au début tout à fait limpide et contient peu de leucocytes, d'épithéliums, etc.; il devient de plus en plus riche en éléments morphotiques incolores. Si cette hypersécrétion se gélatinise sous forme d'ex — et transsudation, le liquide qui était d'abord limpide devient fibrineux, puru-

lent et même hémorragique, ainsi que je l'ai observé à différentes reprises chez la grenouille. Cet état gélatineux, s'il ne disparaît pas par résorption, détermine les adhérences ou soudures des différentes lames et plis du pourtour péritonéal.

» Nous venons de voir quelles sont les conséquences de la sécrétion ostiolique avec ses différentes modalités; il est un autre aspect intéressant de l'appareil ostiolique : c'est celui qui consiste à observer la marche inverse de la fonction.

» De même que l'ostiole est une porte de sortie, d'excrétion d'un liquide qui peut être normal ou anormal, elle peut aussi être une porte d'entrée, d'absorption d'un des ennemis du corps animal — c'est dans l'état de paralysie de l'ostiole que l'on observe facilement cette propriété.

» J'ai conservé les préparations microscopiques que j'ai faites après avoir injecté dans la cavité péritonéale un liquide infectieux; elles montrent cette marche des bactéries vers et par les ostioles. En les examinant on se rendra compte de l'intérêt de cette observation où l'on voit d'une manière frappante l'itinéraire suivi par l'infection intrapéritonéale.

» Le liquide infectieux a été répandu dans la cavité; les bactéries se sont propagées et ont cherché des voies de pénétration. Elles ont trouvé les ostioles, s'y sont présentées, et, la paralysie aidant, ont pénétré dans ces appareils dont la fonction n'était plus normale. Elles y ont trouvé les orifices, les canaux lymphatiques qui leur ouvraient une voie facile vers l'intérieur des tissus, se sont glissées par ces portes ouvertes et ont pénétré, comme on peut le voir facilement, avec le grossissement à immersion.

» D'ailleurs lorsqu'on connaît, d'une part, l'existence des ostioles, d'autre part, l'expérience que je viens de rapporter; que, par suite, on s'est rendu compte de la fonction d'absorption, il est facile de réaliser une autre expérience qui permet de voir à l'œil nu l'invasion de la totalité d'un corps organique par des particules colorantes contenues dans un liquide approprié.

» Il suffit de faire l'injection, comme précédemment, dans la cavité péritonéale de l'animal vivant, et l'on trouve ensuite, à l'autopsie, que la coloration s'est répandue jusqu'aux extrémités du corps. C'est bien là le résultat de la marche ascendante suivie par les particules colorantes absorbées par les ostioles, et, par suite, par toutes les voies d'invasion ; et ce résultat est apparent sans le secours du microscope.

» La plèvre étant l'analogue du péritoine au point de vue ontologique et phyllogénique, comme au point de vue du frottement avec les organes et

les membranes voisines (plèvre pulmonaire, péricardiale et costale), il était naturel, après mes premières expériences sur le péritoine, de rechercher si elle n'était pas pourvue de l'appareil ostiolique. J'ai réussi à le trouver, malgré une plus grande difficulté d'investigation.

» Une fois trouvé, j'ai pu l'étudier comme j'avais fait pour le péritoine, et je suis arrivé à la conviction qu'au point de vue ostiologique, comme aux autres précédemment énumérés, la plèvre possède les mêmes propriétés que le péritoine.

» Les préparations microscopiques que j'ai conservées, choisies parmi un grand nombre, permettent d'observer, c'est le fait particulièrement intéressant, les ex- et transsudations identiques dans l'état morbide.

» Avec leurs différentes formes et nuances pathologiques, ce sont des hydro, pyo- ou hémato-thorax, soit dépochés (par exemple empyème), soit généralisés.

» Il en est de même pour le péricarde, où se montrent les mêmes phénomènes pathologiques, hydro-, pyo-hémopéricardites, et où j'ai retrouvé ce jeu anormal des ostioles avec leurs ex- et transsudations, hypersécrétions, et, par suite, j'ai pu reconnaître, par ce caractère anatomique, les données de l'observation embryogénique, qui nous apprennent que le péricarde est une plèvre modifiée, en forme de poche ou fourreau. Il en est de même de la plèvre diaphragmatique, thoracique ou péritonéale. La constatation de la présence d'ostioles dans ces membranes est en quelque sorte un contrôle permettant de reconnaître que péritoine, plèvre pulmonaire et costale, péricarde, plèvres diaphragmatiques sont bien un seul et même tissu primitif adapté postérieurement par l'évolution naturelle à diverses fonctions organiques. »

M. **Jules Andrade** adresse une Note « Sur l'impossibilité mécanique de la géométrie de Lobatschewsky ».

A 4 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures trois quarts. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 31 mai 1897.

Bulletin des Sciences mathématiques, rédigé par MM. Gaston Darboux et Jules Tannery. Tome XXI. Mai 1897. Paris, Gauthier-Villars et fils; 1897. 1 fasc. in-8°.

Chimie des matières colorantes artificielles, par A. Seyewetz et P. Sisley. Paris, G. Masson; 1896. 5 fasc. in-8°. (Présenté par M. Friedel.)

La vie privée d'autrefois. Les animaux, par Alfred Franklin. Paris, Plon, Nourrit et Cie; 1897. 1 vol. in-12. (Présenté par M. Perrier.)

Annales agronomiques, publiées sous les auspices du Ministère de l'Agriculture, par M. P. Dehérain, Membre de l'Institut, Professeur de Physiologie végétale au Muséum d'Histoire naturelle, etc. Tome XXIII. 25 mai 1897. Paris, Masson et Cie; 1 fasc. in-8°.

Électrométallurgie; voie humide et voie sèche; phénomènes électrothermiques, par A. Minet, Ingénieur-Chimiste. Paris, Gauthier-Villars et fils, Masson et Cie; 1 vol. in-12. (Hommage de l'Auteur.)

Vade-mecum de l'officier d'infanterie de marine, par P.-L. Monteil, Capitaine d'infanterie de marine. Paris, Baudoin et Cie; 1884. 1 vol. in-12.

Bulletin de l'Académie de Médecine, publié par MM. Bergeron, Secrétaire perpétuel, Cadet de Gassicourt, Secrétaire annuel. Séance du 18 mai 1897. Paris, Masson et Cie; 1 fasc. in-8°.

Annales de la Faculté des Sciences de Marseille. Marseille, Berthelet et Cie; 7 fasc. in-4°.

Revue scientifique. Directeur : M. Charles Richet. Tome VII. 29 mai 1897. Paris, Chamerot et Renouard; 1 fasc. in-4°.

Ouvrages reçus dans la séance du 8 juin 1897.

Thermochimie; Données et Lois numériques, par M. Berthelot, Sénateur, Secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences, Professeur au Collège de France. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1897; 2 vol. in-8°. (Présenté par l'Auteur.)

Société d'Histoire naturelle d'Autun. Neuvième Bulletin. Autun, Dejussieu

père et fils, 1896; 1 vol. in-8°. (Offert par la *Société d'Histoire naturelle d'Autun.*)

Annales du Conservatoire des Arts et Métiers, publiées par les Professeurs. 2ᵉ série, tome VIII. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1896; 1 vol. in-8°.

Réunion du Comité international permanent pour l'exécution de la Carte photographique du Ciel, tenue à l'Observatoire de Paris en mai 1896. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1896; 1 fasc. in-4°.

Notice pour servir à l'étude de la Carte des Établissements français du Sénégal (avec Carte); par P.-L. Monteil. (Manuscrit.)

Revue de Mécanique, publiée sous le patronage et la direction technique d'un Comité de Rédaction. Paris, P. Vicq-Dunod et Cie, 1897; 1 fasc. in-8°.

Paléontologie, Monographies, par A. Pomel, Correspondant de l'Institut. Alger, P. Fontana et Cie, 1897; 1 broch. in-4°.

Atti della reale Accademia delle Scienze fisiche e mathematiche. Vol. VIII. Napoli, E. de Rubertis fu Michele, 1897; 1 vol. in-4°.

Memorie della reale Accademia delle Scienze di Torino. T. XLVI. Torino, Carlo Clausen, 1896; 1 vol. in-4°.

Report on crime, pauperism, and benevolence; eleventh census; 1890. Part I. Washington, Government printing office, 1896; 1 vol. in-4°.

Report on insurance business; eleventh census; 1890. Part. II. Washington, Government printing office, 1895; 1 vol. in-4°.

Seventeenth annual Report of the United States geological Survey to the Secretary of the Interior, 1895-96; Washington, Government printing office, 1896; 2 vol. in-8°.

Transactions of the New-York Academy of Sciences. Vol. XV. 1895-1896. New-York, published by the Academy, 1896; 1 vol. in-8°.

Geschichte der darstellenden und projectiven Geometrie. Von Professor Ferdinand Jos. Obenrauch. Brünn, Carl Winiker, 1897; 1 vol. in-8°.

Comptes rendus des séances de la Commission permanente de l'Association geodésique internationale, par A. Hirsch, Secrétaire perpétuel; Neuchâtel, Attinger frères, 1897; 1 vol. in-4°.

Mesures micrométriques d'étoiles doubles faites à Saint-Pétersbourg et à Domkino, par le professeur S. de Glasenapp. Saint-Pétersbourg, imprimerie de l'Académie impériale des Sciences, 1897; 1 fasc. in-4°.

Bulletin de la Société physico-mathématique de Kasan. T. VII; n° 1. Kasan, 1897.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 14 JUIN 1897,

PRÉSIDENCE DE M. A. CHATIN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

HYDRODYNAMIQUE. — *Vérification expérimentale de la théorie de l'écoulement graduellement varié dans les canaux découverts;* par M. J. **Boussinesq.**

« I. La pente motrice I est liée, dans un tuyau plein, à la dérivée en x de la pression p_0 le long de l'axe (1) : dans un canal découvert, elle l'est à la dérivée analogue de la section fluide σ, car elle se confond alors avec la pente de superficie, dont l'excédent sur la pente donnée du lit est le quotient, par dx, de la hauteur de la bande supérieure, $-d\sigma$, qui manque actuellement à la section fluide d'abscisse $x + dx$ pour égaler la section σ d'abscisse x. En joignant la condition (21) de conservation des volumes fluides à la relation (25), on aura donc deux équations aux dérivées par-

(1) Voir le précédent *Compte rendu*, p. 1261.

tielles, en U et p_0 dans le cas du tuyau où la section σ est connue, en U et σ dans le cas du canal découvert où p_0, pression à la surface libre, est ou constante, ou, du moins, donnée. S'il s'agissait d'un tuyau élastique, à section σ variable avec p_0, cas dans lequel ces deux équations (21), (25) contiendraient les trois fonctions inconnues distinctes U, σ, p_0 de x et de t, la théorie de l'élasticité fournirait, entre σ et p_0, la troisième équation nécessaire.

» On aura donc les formules indispensables pour rattacher, dans le cas général d'un régime non permanent, les états successifs du courant fluide à son état initial, et pour déterminer, dans le cas plus particulier d'un régime permanent, où les équations deviendront simplement différentielles en x, les variations, d'amont en aval ou d'aval en amont, soit de la pression p_0 sur l'axe, soit de la section fluide σ.

» II. Ces équations expliquent facilement, comme on peut le voir dans mon Mémoire cité de 1872 [1], les principales circonstances qu'offrent les cours d'eau découverts, soit parvenus à un état sensiblement permanent et étudiés dans leurs longues parties à variations graduelles de chaque section aux suivantes, soit considérés dans des états de crue ou de décrue survenant, les uns, assez vite, les autres, avec une certaine lenteur. Mais l'observation de tels phénomènes ne comporte guère le degré de précision qu'il faudrait pour contrôler, dans l'équation (25), les coefficients $2\alpha - 1 - \eta$, $1 + 2\eta$, $\alpha - 1 - 2\eta$ des termes dus à la non-uniformité du régime, en tant qu'ils diffèrent, le premier, de l'unité, qu'il excède sensiblement de 5η, le deuxième, aussi de l'unité, et le troisième, de zéro, qu'il surpasse de η environ. Or il n'en est pas tout à fait de même de la propagation de l'*onde* ou *intumescence* que produit une variation assez rapide, mais momentanée, de la hauteur d'eau et de la vitesse moyenne, à une des deux extrémités du cours d'eau, onde *descendante*, ou dirigée suivant le courant, quand elle survient à l'*entrée* ou extrémité amont, onde *ascendante*, allant contre le courant, quand elle survient à l'*embouchure* ou extrémité aval, et que la vitesse U du courant est insuffisante pour arrêter sa progression vers l'amont. Dans ces deux cas, la vitesse de propagation, calculable par les équations (21) et (25), se trouve dépendre assez des *petites* parties des coefficients en question, pour que sa mesure effective les mette en évidence, du moins dans les cours d'eau torrentueux et à fond

(1) *Essai sur la théorie des eaux courantes*, §§ XIII à XVI, XXVII, et XXXVI à XXXIX.

non poli où la rapidité u_m des filets superficiels excède fortement la vitesse moyenne U. Il y a donc lieu d'évaluer ici cette vitesse de propagation, en vue de vérifier expérimentalement l'équation générale (25) des écoulements graduellement variés.

» III. Supposons qu'il s'agisse d'un canal rectangulaire de pente constante et d'une très grande largeur également constante, où se trouve établi, avant la perturbation constituant l'onde étudiée, un régime uniforme, à vitesse moyenne U pour la profondeur d'eau, également donnée, H. Soient $U + U'$ et $H + h$ les nouvelles valeurs de ces quantités lors du passage de l'onde, ou U' et h les petites variations, fonctions de x et de t, qu'ont subies celles-ci à partir des valeurs primitives constantes U, H.

» La pente initiale de superficie, donnée par la formule du régime uniforme ou par l'équation (25) réduite à ses deux premiers termes, est le quotient de bU^2 par H, vu la valeur primitive H du rayon moyen. A l'état non permanent, chaque section se relevant de h, cette pente I devient évidemment $b\frac{U^2}{H} - \frac{dh}{dx}$; et, en même temps, le second membre de (25), réduit, comme il a été dit, par la suppression de son dernier terme (double), prend l'expression

$$b\frac{(U+U')^2}{H+h} + (2\alpha - 1 - \eta)\frac{U+U'}{g}\frac{dU'}{dx} + \frac{1+2\eta}{g}\frac{dU'}{dt} - \frac{\alpha - 1 - 2\eta}{g}\frac{U+U'}{H+h}\frac{dh}{dt}.$$

» A une première approximation, l'on pourra négliger les termes non linéaires en U' ou h et même, à cause de la petitesse du coefficient b, les produits de b par U' ou par h. L'équation (25) deviendra donc

$$(27)\qquad \frac{1+2\eta}{g}\frac{dU'}{dt} + \frac{2\alpha - 1 - \eta}{g}U\frac{dU'}{dx} + \frac{dh}{dx} - \frac{\alpha - 1 - 2\eta}{g}\frac{U}{H}\frac{dh}{dt} = 0.$$

» D'autre part, l'équation (21) donnera, au même degré d'approximation,

$$(28)\qquad \frac{dh}{dt} + H\frac{dU'}{dx} + U\frac{dh}{dx} = 0.$$

» IV. On peut tirer de (28) la valeur de la dérivée de U' en x, pour la substituer dans la relation (27), différentiée préalablement par rapport à x. Il vient ainsi l'équation en h,

$$(29)\qquad \frac{d^2h}{dt^2} + 2\left[1 + \frac{3(\alpha-1) - 5\eta}{2(1+2\eta)}\right]U\frac{d^2h}{dx\,dt} - \frac{gH - (2\alpha - 1 - \eta)U^2}{1+2\eta}\frac{d^2h}{dx^2} = 0.$$

» Décomposons son premier membre en deux facteurs symboliques du premier degré, ou, autrement dit, adoptant comme inconnue provisoire la

fonction auxiliaire

$$(30)\qquad \psi = \frac{dh}{dt} + \omega \frac{dh}{dx},$$

mettons l'équation (29) sous la forme

$$(31)\qquad \frac{d\psi}{dt} + \omega' \frac{d\psi}{dx} = 0.$$

» Les deux constantes ω, ω' auront respectivement pour somme et pour produit les coefficients des second et troisième termes de (29); d'où

$$(32)\qquad \left\{\begin{aligned} \omega &= \left[1 + \frac{3(\alpha-1)-5\eta}{2(1+2\eta)}\right] U \pm K\sqrt{\frac{gH}{1+2\eta}}, \\ \omega' &= \left[1 + \frac{3(\alpha-1)-5\eta}{2(1+2\eta)}\right] U \mp K\sqrt{\frac{gH}{1+2\eta}}, \end{aligned}\right.$$

K désignant le nombre positif dont le carré est

$$(33)\qquad K^2 = 1 + \left\{\alpha - 1 - 2\eta + \left[\frac{3(\alpha-1)-5\eta}{2}\right]^2 \frac{1}{1+2\eta}\right\} \frac{U^2}{gH}.$$

» Nous prendrons le radical, dans (32), avec les signes supérieurs s'il s'agit d'ondes descendantes, avec les signes inférieurs s'il s'agit d'ondes ascendantes. Dans le premier cas, en plaçant l'origine des x à l'entrée du canal, on n'aura le long de celui-ci que des abscisses x positives; et l'on pourra convenir de compter le temps à partir d'un moment où l'expression (30) de ψ sera encore nulle pour $x > 0$. Dans le second cas, en plaçant l'origine des x à l'embouchure, l'on n'aura, au contraire, que des abscisses x négatives; et l'on comptera de même le temps t à partir d'une époque où $\psi = 0$ tout le long du canal, savoir pour $x < 0$.

» V. Cela posé, formons les intégrales du problème pour la région du cours d'eau située *en avant* du plan $x = \omega' t$, c'est-à-dire ayant des abscisses plus grandes que $\omega' t$, dans le cas d'ondes descendantes où l'on a $\omega' < \omega$, mais plus petites que $\omega' t$ dans le cas d'ondes ascendantes, où ω' est $> \omega$. Cette région comprendra évidemment tout le canal si ω et ω' ont signes contraires; ce qui arrivera dans les cours d'eau franchement *tranquilles* (non *torrentiels*), où $\sqrt{gH}$ excède notablement U. Même dans un cours d'eau torrentiel, elle sera assez étendue pour que la différence $x - \omega t$, inférieure ou supérieure à $x - \omega' t$ suivant que les ondes descendent ou remontent le courant, y varie de part et d'autre de zéro, et finalement dans d'aussi larges limites que l'on voudra, une fois t devenu assez grand.

» La région considérée donnant, suivant les cas, $x - \omega' t > 0$ ou

$x - \omega' t < 0$, l'intégrale de (31), savoir $\psi =$ une fonction de $x - \omega' t$, y devient simplement $\psi = 0$ à raison de la donnée d'état initial, qui annule h et ψ, quand t s'annule, pour toutes les valeurs respectivement positives ou négatives de x. Dès lors, l'équation (30) a elle-même pour intégrale $h = \mathrm{F}(x - \omega t)$, où la fonction F, nulle (au moins sensiblement) pour les valeurs soit positives, soit négatives de sa variable, en vertu de la même condition d'état initial, reste arbitraire pour les valeurs respectivement négatives ou positives de cette variable $x - \omega t$.

» L'équation (28), ainsi devenue $\frac{d}{dx}[\mathrm{HU}' - (\omega - \mathrm{U})h] = 0$, montre que l'expression $\mathrm{HU}' - (\omega - \mathrm{U})h$ est nulle partout, comme aux points du canal que l'onde n'a pas encore atteints; et il vient, en définitive, pour la solution cherchée, vérifiant d'ailleurs (27) non moins que (28),

$$(34) \qquad h = \mathrm{F}(x - \omega t), \qquad \mathrm{U}' = \frac{\omega - \mathrm{U}}{\mathrm{H}} h.$$

» VI. D'après ces formules, la constante ω, définie par (32) et (33), est la *célérité* (ou vitesse de propagation) des ondes. Or, en négligeant des termes très petits de l'ordre de η^2, les relations (33) et (32) donnent

$$(35) \quad \left\{ \begin{aligned} \omega &= \left[1 + \frac{3(\alpha - 1) - 5\eta}{2}\right]\mathrm{U} \pm \left(1 - \eta + \frac{\alpha - 1 - 2\eta}{2}\frac{\mathrm{U}^2}{g\mathrm{H}}\right)\sqrt{g\mathrm{H}} \\ &= \mathrm{U} \pm \sqrt{g\mathrm{H}} + \frac{\alpha - 1}{2}\mathrm{U}\left(3 \pm \frac{\mathrm{U}}{\sqrt{g\mathrm{H}}}\right) - \eta\mathrm{U}\left(\frac{5}{2} \pm \frac{\mathrm{U}}{\sqrt{g\mathrm{H}}} \pm \frac{\sqrt{g\mathrm{H}}}{\mathrm{U}}\right). \end{aligned} \right.$$

» D'autre part, les formules (37) de mon Étude de l'année dernière (¹) donnent de leur côté, pour exprimer la distribution des vitesses u aux diverses profondeurs relatives ζ, dans notre cours d'eau très large,

$$(36) \qquad \frac{u}{\mathrm{U}} = 1 + \frac{k}{2}\sqrt{b}\left(\frac{1}{3} - \zeta^2\right) = 1 + \left(\frac{u_m}{\mathrm{U}} - 1\right)(1 - 3\zeta^2).$$

En élevant le troisième membre soit au carré, soit au cube, puis multipliant par $d\zeta$, intégrant de $\zeta = 0$ à $\zeta = 1$, et retranchant enfin l'unité, nous aurons

$$(37) \qquad \eta = \frac{4}{5}\left(\frac{u_m}{\mathrm{U}} - 1\right)^2, \qquad \alpha - 1 = 3\eta - \frac{2}{7}\eta\sqrt{5\eta}.$$

Substituons dans le dernier membre de (35) cette valeur de $\alpha - 1$, puis celle de η, et il viendra, comme expression générale de la célérité ω des

(¹) *Comptes rendus*, t. CXXIII, p. 12; 1er juillet 1896.

petites ondes de translation, le long d'un courant large à régime uniforme,

$$(38)\left\{\begin{aligned}\omega &= U \pm \sqrt{gH} + \eta U\left[2 \pm \left(\frac{U}{2\sqrt{gH}} - \frac{\sqrt{gH}}{U}\right)\right] - \frac{\sqrt{5}}{7}\eta^{\frac{3}{2}}U\left(3 \pm \frac{U}{\sqrt{gH}}\right)\\ &= U \pm \sqrt{gH} + \frac{4}{5}\left[2 \pm \left(\frac{U}{2\sqrt{gH}} - \frac{\sqrt{gH}}{U}\right)\right]\frac{(u_m - U)^2}{U} - \frac{8}{35}\left(3 \pm \frac{U}{\sqrt{gH}}\right)\frac{(u_m - U)^3}{U^2}.\end{aligned}\right.$$

» VII. Cette expression dépend des trois quantités U, $\pm\sqrt{gH}$, $u_m - U$, qui définissent, l'une, U, la vitesse moyenne du cours d'eau, la seconde, $\pm\sqrt{gH}$, la célérité des ondes telle qu'elle serait par rapport à la masse fluide, si celle-ci était tout entière animée de la vitesse moyenne U; enfin, la troisième, $u_m - U$, l'excédent de la vitesse maxima u_m à la surface sur la vitesse moyenne U, excédent caractérisant l'inégalité absolue de vitesse des filets fluides. La différence $\omega - U \mp \sqrt{gH}$, exprimée en majeure partie par le troisième terme des second et dernier membres de (38), mesure donc l'influence, sur la vitesse de propagation ω, de la rapidité avec laquelle se déforme sans cesse le milieu transmettant les ondes. Ce terme, vu la petitesse ordinaire de η, est peu sensible, comparativement à la somme $U \pm \sqrt{gH}$ des deux précédents, sauf dans les deux cas : 1° d'ondes descendantes, le long d'un cours d'eau, à fond rugueux et très rapide, rendant à la fois, dans ce terme, les fonctions η, U relativement considérables, et notable aussi la différence $\frac{U}{2\sqrt{gH}} - \frac{\sqrt{gH}}{U}$ (précédée alors du signe +) qui croît avec le rapport de U à $\sqrt{gH}$; 2° d'ondes ascendantes le long d'un courant soit presque torrentiel, soit faiblement torrentiel, où la somme algébrique $U - \sqrt{gH}$ s'approche de zéro, par suite de la quasi-égalité de U et de $\sqrt{gH}$; ce qui accroît l'importance du terme en η considéré.

» VIII. M. Bazin a effectivement constaté, plusieurs années avant l'existence de la précédente théorie, que la célérité ω était bien, dans les cas ordinaires, $U \pm \sqrt{gH}$, sauf toutefois pour les ondes ascendantes, le long d'un cours d'eau presque torrentiel, où elle se trouvait sensiblement réduite en valeur absolue, c'est-à-dire plus grande que $U - \sqrt{gH}$ dans le sens d'amont en aval, conformément à la remarque précédente [1]. Et il a, postérieurement à l'impression de ses *Recherches hydrauliques*, après avoir

[1] Deuxième Partie (relative *aux remous* et *à la propagation des ondes*) de ses *Recherches hydrauliques*, p. 36 et 41.

pris connaissance de ma formule générale (32), publié trois observations faites en même temps que les précédentes, mais qu'il avait réservées faute de pouvoir les expliquer par la formule $U \pm \sqrt{gH}$ (¹). C'est qu'elles rentraient justement dans le premier cas exceptionnel, signalé ci-dessus, où les deux rapports de $u_m - U$ à U et de U à $\sqrt{gH}$ sont relativement considérables. On y avait, en effet, comme valeurs observées respectives de H, U, u_m, ω (avec des erreurs possibles de 3 pour 100 environ sur ω) :

$$\begin{array}{llll} H = 0^{m},110, & 0,150, & 0,235, \\ U = 3,785, & 2,744, & 3,481, \\ u_m = 5,51, & 3,49, & 4,55, \\ \omega = 6,25, & 4,32, & 5,75. \end{array}$$

» Or, avec ces données (et $g = 9^{m},809$), il vient seulement, pour $U + \sqrt{gH}$, les valeurs très insuffisantes :

$$U + \sqrt{gH} = 4,824, \quad 3,957, \quad 4,999,$$

tandis qu'on trouve, par les formules combinées (37), (33) et (32), les valeurs théoriques, sensiblement exactes, comme on voit,

$$\omega = 6,190, \quad 4,311, \quad 5,555.$$

» La formule approchée (38) donnerait les résultats plus forts :

$$\omega = 6,511, \quad 4,327, \quad 5,589.$$

» L'erreur, insignifiante sur les deux derniers, atteint un vingtième sur le premier ; c'est que, dans l'expérience correspondante, le nombre d'ordinaire très petit η avait pris la valeur énorme 0,166. Ce nombre, encore fort grand dans les deux autres expériences, s'y réduisait cependant, respectivement, à 0,059 et à 0,075. »

PALÉONTOLOGIE VÉGÉTALE. — *Forêt fossile de* Calamites Suckowii, *Identité spécifique des* Cal. Suckowii *Br.*, Cistii *Br.*, Schatzlarensis *St.*, foliosus *Gr.*, Calamocladus parallelinervis *Gr.*, Calamostachys vulgaris *Gr.* Note de M. **Grand' Eury.**

« Des circonstances exceptionnellement favorables viennent de m'offrir le moyen de restaurer, en entier, des racines aux feuilles, une des espèces

(¹) *Comptes rendus*, 15 juin 1885, t. C, p. 1492.

fossiles les plus caractéristiques du terrain houiller, le *Cal. Suckowii* fondé sur la base de tiges dont le *Cal. Cistii* représente la partie aérienne; il s'agit d'une forêt fossile du Treuil, composée uniquement de *Cal. Suckowii* enracinés, au mur de la deuxième couche, dans un schiste argileux où cette espèce sociale a vécu et a laissé, sans mélange d'autres fossiles, tous ses débris attachés les uns aux autres ou reliés entre eux par des intermédiaires qui ne laissent subsister aucun doute sur leur identité spécifique. Les échantillons recueillis seront déposés au Muséum.

» En attendant qu'ils soient décrits et figurés, voici, en quelques mots, comment se présentent les organes souterrains et aériens du *Cal. Suckowii :* ses racines, rhizomes, tiges, branches, feuilles et chatons.

» *Organes souterrains.* — Le système souterrain comprend des tiges dressées de *Cal. Suckowii*, de la base desquelles s'échappent de longs rhizomes traçants, et rayonnent de nombreuses racines étalées; les rhizomes, à leur extrémité, se renflent et se relèvent sous forme de nouvelles tiges verticales émettant d'autres rhizomes et des racines, et ainsi de suite.

» Le système souterrain est complet, toutes les parties sont attachées les unes aux autres, les tiges et rhizomes sont entourés d'une écorce, tandis que les organes aériens se rencontrent dissociés et rompus, les tiges et branches ordinairement dépouillées de leur écorce et de leurs feuilles, et les fragments dispersés par les eaux courantes.

» La conservation intégrale de tous les organes souterrains, des tiges jusqu'aux plus fines radicelles, dans leur véritable position de croissance; la répétition, dans plusieurs plans, des racines, rhizomes et tiges qui ont visiblement pénétré, tracé et troué le sol de végétation, et propagé la plante sur une grande surface : tout témoigne de son développement sur place.

» Les racines réduites, par la destruction des tissus internes, à l'épiderme affaissé sur lui-même jusqu'au contact, se présentent comme de longs rubans larges de $0^{m},01$, émettant tout autour de nombreuses radicelles subperpendiculaires dont la pointe est toujours dirigée vers l'extrémité libre de la racine principale, où les radicelles plus longues se ramifient elles-mêmes et se terminent par des fibrilles ayant tout à fait l'allure et l'aspect d'organes qui ont poussé dans la vase.

» Les rhizomes aplatis et larges de $0^{m},03$ à $0^{m},04$, sortant des tiges par une base fort mince, s'avancent plus ou moins loin entre les feuillets du schiste, avant de se redresser en tiges ascendantes.

» Leur moule calamitoïde, articulé à courts intervalles, est entouré d'un épiderme cuticulaire rappelant, quoique moins simple, celui des ra-

cines. Ils partagent les caractères des véritables tiges souterraines gisant à l'endroit natal; car, bien que, le plus souvent, ils soient fixés au sol par des racines perpendiculaires, ils sont assez fréquemment garnis d'écailles foliaires libres, carénées, dressées, qu'on n'avait pas encore constatées. Les côtes du moule, plus étroites et moins plates que celles des tiges, sont dépourvues de tubercules à leur extrémité, et il est à supposer que les racines et feuilles écailleuses des rhizomes tirent leur origine des points saillants qui se remarquent sur l'articulation chaque deux ou trois côtes.

» Les rhizomes, à leur extrémité, s'élargissent et se relèvent sous la forme de tiges verticales de *Cal. Suckowii*, rondes, d'un diamètre de $0^m,07$ à $0^m,15$, représentées par trois cylindres concentriques que la décomposition des tissus conjonctifs a séparés, savoir : 1° une enveloppe corticale restée jusqu'à présent inconnue parce que, en collectionnant le moule, elle demeure engagée dans la roche; 2° un cylindre fibro-vasculaire médian, cannelé et articulé; 3° un endoderme membraneux circonscrivant avec les diaphragmes, dont on aperçoit quelques restes tendus au niveau des articulations, les cavités internes des tiges fistuleuses qu'étaient les Calamites. Limitées en dedans et en dehors par un épiderme et un endoderme très rapprochés d'un cylindre fibro-vasculaire très mince, ces tiges ne paraissent pas avoir eu une épaisseur de paroi de plus de 5^{mm}, ce qui dénote une plante herbacée.

» L'enveloppe corticale est fibreuse, l'endoderme et les diaphragmes cellulaires. Quant au cylindre fibro-vasculaire, il est caractérisé par des côtes plates, de nature fibreuse, séparées par des sillons doubles, de nature vasculaire; au-dessous des articulations, les courbes sont toujours surmontées de tubercules ronds, apparaissant comme des canaux qui auraient mis la moelle en communication avec l'écorce; les côtes sont, en outre, pourvues en bas, mais irrégulièrement, de tubercules plus petits dont je ne connais pas la destination, les racines tirant leur origine, des tiges comme des rhizomes, de petits boutons existant sur les articulations chaque trois, quatre ou cinq côtes. D'autres boutons, notablement plus gros et d'ailleurs situés immédiatement au-dessus des articulations, correspondent aux rhizomes.

» *Organes aériens.* — Les organes aériens, tiges, branches, feuilles et chatons, gisent couchés à plat, en plus grande quantité que les organes souterrains, à plusieurs niveaux, entre les tiges dressées de *Cal. Suckowii* et au-dessus de leur sol de végétation.

» Lorsque l'on peut suivre de bas en haut le *Cal. Suckowii* sur une certaine hauteur, on voit la tige se rétrécir un peu, et les articulations s'éloigner; les côtes plus étroites deviennent plus saillantes, les tubercules s'allongent en même temps; bref, le moule revêt peu à peu un ensemble de caractères nouveaux qui le rapprochent du *Cal. Cistii* et l'identifient au *Cal. Schatzlarensis* Stur.

» Au Treuil, ces Calamites, que les mêmes caractères morphologiques et des transitions ménagées relient absolument au *Cal. Suckowii*, se présentent sous la forme de longues tiges larges de $0^m,08$ à $0^m,12$, articulées à intervalles de $0^m,10$ à $0^m,15$, et portant constamment sur les articulations, chaque trois côtes, la marque des faisceaux vasculaires qui ont alimenté les feuilles. Ces tiges, lorsqu'elles sont bien conservées, sont recouvertes d'un épiderme fibreux orné de cicatrices de feuilles tombées, ou encore garnies de feuilles, comme le *Cal. foliosus* Gr. Celles-ci sont libres jusqu'à la base et, ce qui les distingue avant tout, striées sur presque toute leur largeur par des nervures fines, égales et parallèles.

» Au *Cal. Cistii* sont parfois attachées des branches de force et de longueur très inégales, tantôt isolées, tantôt groupées en verticille; ces branches, elles-mêmes irrégulièrement ramifiées, ont été décrites séparément comme *Asterophyllites viticulosus* Gr. et *Calamocladus parallelinervis* Gr. Leur moule reproduit naturellement, en plus petit, les traits distinctifs du *Cal. Cistii*.

» Les branches et rameaux de *Cal. Cistii* sont souvent pourvus de feuilles libres jusqu'à la base, longues de $0^m,10$, larges de $0^m,002$, planes, minces, retombantes, parcourues de stries égales et parallèles.

» Pêle-mêle avec les rameaux et fixés à eux, se trouvent de nombreux petits chatons représentant à eux seuls l'organe de reproduction. Ces chatons, longs de $0^m,025$, larges de $0^m,004$, légèrement pédonculés, ligneux et charbonnés, sont, suivant toute apparence, formés de disques sporangiophores sans bractées, comme le *Calamostachys vulgaris* Gr.

» S'il en était réellement ainsi, ces épis accentueraient les affinités que, malgré des dissemblances importantes, l'ensemble de la plante révèle avec les *Equisetum*.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. J. Andrade soumet au jugement de l'Académie deux Notes ayant pour titres : « La Géométrie de Lobatchefsky et la Statique » et « Application de la méthode de Poinsot à la Statique non euclidienne ».

(Commissaires : MM. Picard, Appell.)

M. P.-E. Touche adresse un Mémoire « Sur le calcul de la résistance de l'air à un disque, pour une vitesse de 20^m par seconde ».

(Renvoi à l'examen de M. Boussinesq.)

M. Y. Le Guen adresse une Note « Sur un projet de système propulseur de bateaux ».

(Commissaires : MM. Maurice Lévy, Cornu, de Bussy.)

M. Baraduc adresse un Mémoire ayant pour titre : « Sur la force courbe cosmique. Photographies et vibrations de l'éther ».

(Commissaires : MM. Becquerel, d'Arsonval.)

CORRESPONDANCE.

GÉOMÉTRIE. — *Sur les surfaces isométriques.* Note de M. A. Pellet.

« Nous qualifierons d'*isométriques* les systèmes de coordonnées curvilignes orthogonales donnant pour le carré de l'élément linéaire d'une surface une expression de la forme $A^2 dt^2 + B^2 du^2$, A et B pouvant s'exprimer à l'aide d'une seule fonction v (en choisissant convenablement les variables t et u), réservant le terme *isothermique* pour le cas où $A^2 = B^2$. Si l'on divise la surface en petits rectangles en attribuant aux variables indépendantes t et u des accroissements dt, du égaux, les rectangles situés sur les courbes correspondant à une même valeur de v sont égaux; les rectangles

sont semblables sur toute la surface lorsqu'elle est isothermique. Nous dirons qu'une surface est *isométrique* lorsque les lignes de courbure formeront un système isométrique.

» Cela posé, supposons que t et u soient les paramètres des lignes de courbure et soit $\mathcal{A}^2 dt^2 + \mathcal{B}^2 du^2$ la partie principale du carré de la distance des points de la sphère de rayon 1 où les plans tangents sont parallèles respectivement aux plans tangents en t, u et en $t + dt$, $u + du$. On a

$$\frac{\mathcal{A}'_u}{\mathcal{B}} = \frac{\mathrm{A}'_u}{\mathrm{B}} = \lambda, \qquad \frac{\mathcal{B}'_t}{\mathcal{A}} = \frac{\mathrm{B}'_t}{\mathrm{A}} = \mu, \qquad \mathcal{A}\mathcal{B} = -\mu'_t - \lambda'_u,$$
$$\mathrm{R} = \frac{\mathrm{A}}{\mathcal{A}}, \qquad \mathrm{R}_1 = \frac{\mathrm{B}}{\mathcal{B}},$$

R et R_1 désignant les rayons de courbure principaux.

» Si la surface est isométrique ou si la représentation sphérique est isométrique, t et u étant les variables isométriques, on a

$$\lambda = v'_u, \qquad \mu = f(v) v'_t.$$

» Sur la sphère, il y a une infinité de systèmes isométriques, et la loi de variation des petits rectangles est arbitraire. $f(v)$ étant donnée, il suffira, en effet, de satisfaire aux trois équations

$$\mathcal{A}' = \mathcal{B}, \qquad \mathcal{B}' = \mathcal{A} f(v), \qquad \mathcal{A}\mathcal{B} = -\frac{\partial^2 v}{\partial u^2} - \frac{\partial}{\partial t}[f(v) v'_t],$$

les accentuations sans indices indiquant les dérivations par rapport à v.

» Les surfaces correspondant à une fonction $f(v)$ donnée peuvent se diviser en deux classes :

» 1° La représentation sphérique est isométrique en même temps que la surface ; $\mathcal{A}$, $\mathcal{B}$, A, B sont fonctions de v. On peut prendre pour $\mathcal{A}$ une solution quelconque de l'équation $\mathcal{A}'' - f(v)\mathcal{A} = 0$; puis on a

$$\mathcal{B} = \mathcal{A}', \qquad \mathcal{A}\mathcal{A}' = -f v''_{t^2} - v''_{u^2} - f' v'^2_t ;$$

la dernière équation détermine les valeurs de v possibles. Puis

$$\mathrm{A} = \mathrm{C}\mathcal{A} \int \frac{dv}{\mathcal{A}^2} + \mathrm{C}_1 \mathcal{A}_1, \qquad \mathrm{B} = \mathrm{A}' = \mathrm{C}\left(\frac{1}{\mathcal{A}} + \mathcal{A}' \int \frac{dv}{\mathcal{A}^2}\right) + \mathrm{C}_1 \mathcal{A}',$$
$$\mathrm{R} = \mathrm{C} \int \frac{dv}{\mathcal{A}^2} + \mathrm{C}_1, \qquad \mathrm{R}_1 = \mathrm{C}\left(\frac{1}{\mathcal{A}\mathcal{A}'} + \int \frac{dv}{\mathcal{A}^2}\right) + \mathrm{C}_1 ;$$

les surfaces sont parallèles ; ce sont les surfaces de Weingarten.

» 2° La représentation n'est pas isométrique ; ni $\mathcal{A}$, ni $\mathcal{B}$ ne sont fonctions de v.

» $\mathcal{A}$, $\mathcal{B}$, v sont un système de solutions des équations simultanées

$$(1)\qquad \mathcal{A}'_u = \mathcal{B} v'_u, \qquad \mathcal{B}'_t = f \mathcal{A} v'_t, \qquad \mathcal{A}\mathcal{B} = -v''_{u^2} - f v''_{t^2} - f' v'^2_t.$$

» On a, A_1 étant une solution de l'équation

$$A''_1 - f A_1 = 0, \qquad A = C_1 A_1 + C A_1 \int \frac{dv}{A_1^2}, \qquad B = A',$$

$$R = C_1 \frac{A_1}{\mathcal{A}} + C \frac{A_1}{\mathcal{A}} \int \frac{dv}{A_1^2}, \qquad R_1 = \frac{A'}{\mathcal{B}}.$$

» Les surfaces ne sont pas parallèles; les rayons de courbure ne sont pas fonctions l'un de l'autre. Quelle que soit la fonction $f(v)$, il y a toujours de ces dernières surfaces simplement isométriques. On le voit en cherchant à satisfaire aux équations simultanées (1) en prenant pour v une fonction de la forme $F(t) + u$, ou de la forme $t + F(u)$.

» J'ai dit, dans ma dernière Note, que certaines surfaces étaient applicables les unes sur les autres avec conservation des rayons de courbure principaux; mais de telles surfaces ne peuvent être différentes, contrairement à une opinion reçue (Darboux, *Leçons sur la Théorie des surfaces*, p. 383 et suiv.). En effet, pour toute surface admettant l'élément linéaire $A^2 dt^2 + B^2 du^2$ (*voir* ma Note du 5 avril), on a

$$A a'_u + (a - b) A'_u = B c'_t + 2c B'_t, \qquad B b'_t + (b - a) B'_t = A c'_u + 2c A'_u,$$

$$AB(ab - c^2) = -\frac{\partial}{\partial t} \frac{B'_t}{A} - \frac{\partial}{\partial u} \frac{A'_u}{B}.$$

» Par hypothèse, on pourrait faire $c = 0$ et prendre pour second système de solution les valeurs de a, b, c

$$\frac{a+b}{2} + \frac{a-b}{2} \cos 2\varphi, \qquad \frac{a+b}{2} - \frac{a-b}{2} \cos 2\varphi, \qquad -\frac{a-b}{2} \sin 2\varphi;$$

d'où

$$(a - b)[B \cos 2\varphi\, \varphi'_t - A \sin 2\varphi\, \varphi'_u] = A \sin^2\varphi\, (a - b)'_u - B \sin 2\varphi \frac{(a+b)'_t}{2},$$

$$(a - b)[B \sin 2\varphi\, \varphi'_t + A \cos 2\varphi\, \varphi'_u] = -B \sin^2\varphi\, (a - b)'_t + A \sin 2\varphi \frac{(a+b)'_u}{2}.$$

» Ces équations n'admettent la solution $\varphi = \text{const.}$ que dans le cas de la sphère. »

MÉCANIQUE ANALYTIQUE. — *Sur les petits mouvements périodiques des systèmes à longue période.* Note de M. P. PAINLEVÉ, présentée par M. Picard.

« Dans une Note antérieure (*Comptes rendus*, 31 mai 1897) j'ai étudié les petits mouvements périodiques d'un système dans le voisinage d'une position d'équilibre *stable* $x_1 = x_2 = \ldots = x_n = 0$. Si la fonction de forces $U(x_1, \ldots, x_n)$ est nulle et holomorphe pour $x_1 = x_2 = \ldots = x_n = 0$ et si son développement commence par des termes *du second degré* en $x_1, \ldots, x_n$, j'ai montré qu'il existe en général, dans le voisinage de la position $x_1 = \ldots = x_n = 0$, une infinité de petits mouvements périodiques réels, dont la période tend vers une limite quand l'amplitude tend vers zéro.

» Qu'arrive-t-il si *le développement de* U *commence par des termes de degré supérieur au second?* Il est facile de voir qu'il ne saurait alors exister de petits mouvements périodiques dont la période reste *finie* lorsque l'amplitude tend vers zéro. Mais si U est maxima pour $x_1 = \ldots = x_n = 0$, *il existe en général une infinité de petits mouvements périodiques réels, dont la période croît indéfiniment lorsque l'amplitude tend vers zéro.*

» L'exemple le plus simple où apparaissent des solutions périodiques de cette nature est celui de l'équation

$$\frac{d^2x}{dt^2} = -k^2x^3.$$

Mais il semble, au premier abord, que l'existence générale de telles solutions doive être difficile à démontrer.

» En effet, les méthodes de Poincaré exigent que la période des mouvements considérés reste inférieure à une limite α : pour $|t| < \alpha$, les développements qu'il faut employer convergent uniformément tant que les paramètres et constantes qui interviennent dans la question sont, en modules, inférieurs à une certaine quantité β, et c'est là le fondement de la méthode; mais, quand α croît indéfiniment, β tend en général vers zéro. Dans le problème qui nous occupe, un artifice bien simple permet néanmoins de surmonter cette difficulté.

» Tout d'abord, si U est maxima pour $x_1 = x_2 = \ldots = x_n = 0$, son développement commence par des termes de degré pair : soit $2r$ ce degré ($r > 1$). De plus, une transformation linéaire *réelle* effectuée sur $x_1, \ldots, x_n$ ramène

les équations du mouvement à la forme

$$\begin{aligned} x_1'' &= X_1 + x_2 X_{2,1} + \ldots + x_n X_{n,1} + \Pi_1(x_1, \ldots, x_n, x_1', \ldots, x_n'), \\ x_2'' &= \quad\; x_2 X_{2,2} + \ldots + x_n X_{n,2} + \Pi_2(x_1, \ldots, x_n, x_1', \ldots, x_n'), \\ &\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ x_n'' &= \quad\; x_2 X_{2,n} + \ldots + x_n X_{n,n} + \Pi_n(x_1, \ldots, x_n, x_1', \ldots, x_n'), \end{aligned}$$

où les $X_{i,j}$ sont des fonctions de $x_1, \ldots, x_n$ qui commencent par des termes de degré $(2r-2)$; X_1 est une fonction de x_1 qui commence par un terme de la forme $-k^2 x_1^{2r-1}$; les Π_i sont des formes quadratiques en $x_1', \ldots, x_n'$.

» Ceci étant, posons

$$t = \frac{\theta}{\mu^{r2-2}}, \qquad x_1 = \mu^2 \xi_1, \qquad x_2 = \mu^3 \xi_2, \qquad \ldots, \qquad x_n = \mu^3 \xi_n,$$

μ désignant une constante. Les équations (1) deviennent

$$(2) \qquad \begin{cases} \dfrac{d^2\xi_1}{d\theta^2} = -k^2 \xi_1^{2r-1} + \ldots, \\ \dfrac{d^2\xi_j}{d\theta^2} = \xi_1^{2r-2}(a_{2,j}\xi_2 + \ldots + a_{n,j}\xi_n) + \ldots \qquad (j = 2, 3, \ldots, n), \end{cases}$$

les termes non écrits s'annulant avec μ. Pour $\mu = 0$, les équations (2) admettent une infinité de solutions périodiques définies par les égalités

$$(3) \qquad \theta = \int_0^{\xi_1} \frac{d\xi_1}{\sqrt{c - \dfrac{k^2}{r}\xi_1^{2r}}}, \qquad \xi_2 \equiv 0, \qquad \ldots, \qquad \xi_n \equiv 0,$$

où c est une constante arbitraire. Soit $\omega(c)$ la période de la fonction $\xi_1 = \varphi_1(\theta, c)$ définie par (3). Pour $\mu = 0$, l'intégrale générale de (2) s'obtient en remplaçant ξ_1 par $\varphi_1(\theta, c)$ dans les $(n-1)$ dernières équations (2) qui deviennent alors $(n-1)$ équations linéaires $(2)'$ en $\xi_2, \ldots, \xi_n$, à coefficients périodiques. Si je me borne au cas général, je puis admettre qu'aucun des *exposants caractéristiques* de $(2)'$ n'est nul identiquement pour toute valeur de c [1].

» Donnons maintenant à μ de petites valeurs : le système (2) admettra-t-il des solutions périodiques de période $\omega + \tau$ (τ désignant une quantité très petite)? Si l'on exprime que, pour $\theta = \omega + \tau$, les variables $\xi_1, \ldots, \xi_n$,

(1) Nous supposons, en définitive, que k^2 et les exposants caractéristiques de $(2)'$ sont différents de zéro : ces conditions ne sont en défaut que dans des cas exceptionnels.

et les dérivées $\frac{d\xi_1}{d\theta} = \xi'_1, \ldots, \frac{d\xi_n}{d\theta} = \xi'_n$ reprennent leurs valeurs initiales, on obtient $2n$ conditions dont les $(2n-2)$ dernières sont résolubles par rapport à $\xi_2^0, \xi_2'^0, \ldots, \xi_n^0, \xi_n'^0$ [et ceci, en vertu de la restriction faite sur les exposants caractéristiques de (2)'] : on est ainsi ramené à discuter deux conditions de la forme

$$(4) \qquad A(\xi_1^0, \xi_1'^0, \mu, \tau) = 0, \qquad B(\xi_1^0, \xi_1'^0, \tau, \mu) = 0,$$

dont une au moins (soit $A = 0$) ne se réduit pas à une identité pour $\mu = 0$, mais qui, pour $\mu = 0$, ne sont pas distinctes. Toute la difficulté est de démontrer que pour $\mu \neq 0$, τ étant quelconque, les deux conditions (4) admettent une infinité de solutions réelles. Cette difficulté (qui autrement serait très sérieuse) se lève aisément dans l'hypothèse où nous nous sommes placé, à savoir que les forces dérivent d'un potentiel. En tenant compte de l'égalité des forces vives, on voit aussitôt qu'on peut ne conserver que la condition $A = 0$. En revenant alors aux variables $x_1, \ldots, x_n$, t, on obtient bien ce théorème :

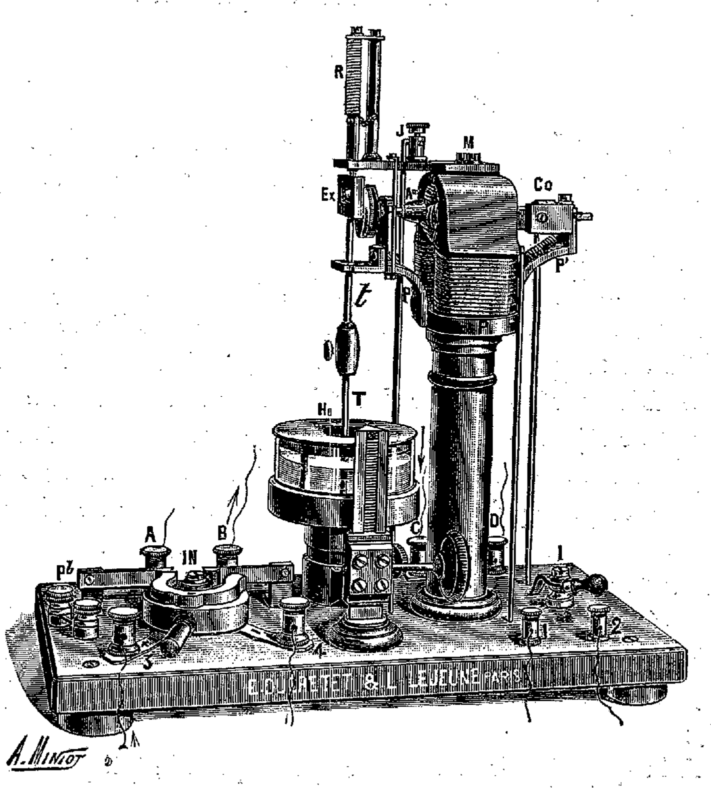
» *Si la fonction de forces* $U(x_1, \ldots, x_n)$ *est nulle et maxima pour* $x_1 = x_2 = \ldots = x_n = 0$, *et si son développement commence par des termes de degré supérieur au second, il existe dans le voisinage de la position d'équilibre une infinité de petits mouvements périodiques, réels et distincts; mais la période de ces mouvements tend vers l'infini quand leur amplitude tend vers zéro.* »

ÉLECTRICITÉ. — *Interrupteur à mercure pour les fortes bobines de Ruhmkorff.* Note de MM. **E. Ducretet** et **L. Lejeune**, présentée par M. A. Cornu.

« L'interrupteur à lame vibrante de Neef ne peut être employé avec les fortes bobines de Ruhmkorff ; les étincelles de rupture qui jaillissent dans l'air au point où le contact est périodiquement établi et rompu produisent un échauffement suffisant pour détériorer rapidement les surfaces métalliques et empêcher la marche régulière de la bobine. L'interrupteur de Foucault convient pour produire l'interruption périodique du courant dans le circuit primaire des fortes bobines, mais il est lent ; de plus, les mouvements obliques de la tige interruptrice dans le mercure, la forme et les dimensions données généralement au godet à mercure et alcool provoquent la projection de ces deux liquides, de tous côtés en dehors du godet, salissant tout et amenant fréquemment l'inflammation de l'alcool. Ces mau-

vaises conditions de fonctionnement ne permettent pas l'emploi de l'interrupteur de Foucault pour les *expériences de longue durée* et on ne peut obtenir les *variations de vitesse* qu'exigent les opérations radiographiques et la fluoroscopie.

» Le modèle que nous avons créé, représenté par la figure ci-dessous, obvie à tous ces inconvénients; il dérive de ceux décrits par MM. Gordon et Londe.



» La forme de son godet Hg, étroite à la partie inférieure qui reçoit le mercure, évite les mouvements latéraux du mercure; la partie large, de hauteur convenable, reçoit l'alcool. Dans ces conditions les liquides ne sont plus projetés au dehors du godet et l'alcool ne s'enflamme pas. La disposition de la tige interruptrice concourt à ce résultat des plus satisfaisants. Cette tige tT a un mouvement alternatif parfaitement *rectiligne*, sans masse excentrée; elle n'a aucun mouvement latéral fouettant dans le mercure, ce qui serait mauvais. Elle est équilibrée; on peut, par suite de cet ensemble, lui donner *une très grande vitesse*, variable dans des

limites très étendues par le jeu d'un rhéostat si le mouvement est donné par un petit moteur électrique M, suivant la figure ci-contre.

» Le godet Hg, avec sa montnre à crémaillère, peut être amené aisément au réglage convenable pendant la marche du trembleur et de la bobine.

» Un inverseur IN complète cet interrupteur indépendant.

» Pb est un plomb fusible nécessaire lorsque l'on fait usage d'accumulateurs. »

CHIMIE. — *Sur la dynamique des réactions chimiques homogènes avec dégagement ou absorption de chaleur.* Note de M. **Michel Petrovitch**.

« Envisageons une réaction chimique, exothermique ou endothermique, se passant entre m liquides $A_1, A_2, \ldots, A_m$, donnant naissance à n produits $B_1, B_2, \ldots, B_n$, sans réactions secondaires et *sans changements d'état* dans un intervalle de temps considéré de $t = t_1$ jusqu'à $t = t_2$. Je me propose : 1° *d'indiquer ici une loi approchée de variation de la température du mélange avec les quantités dépensées des corps actifs* A_i; 2° *de calculer le temps nécessaire pour que le mélange acquière une température donnée* T; 3° *de calculer le temps nécessaire pour qu'une quantité donnée des corps actifs soit dépensée* dans l'intervalle de temps compris entre $t = t_1$ et $t = t_2$.

» A cet effet, désignons par :

» $a_i, x_i, c_i (i = 1, 2, \ldots, m)$ les quantités initiales, les quantités dépensées jusqu'au moment considéré t et les chaleurs spécifiques des liquides A_i ;

» X_i, k_i les quantités au moment t et les chaleurs spécifiques des liquides B_i;

» L et K la quantité et la chaleur spécifique d'un liquide neutre, par lequel le mélange est dilué.

» Désignons ensuite par F(T) la quantité de chaleur produite ou dépensée dans l'intervalle de temps de t jusqu'à $t + dt$ par la dépense de l'unité de quantité du liquide A_1, à la température T. La quantité de chaleur, correspondant à la dépense de dx_1 du corps A_1, sera

$$dq = F(T)\, dx_1. \tag{1}$$

» Elle est généralement employée : 1° à élever la température du mélange de T jusqu'à $T + dT$; 2° aux changements d'état des corps actifs ou des produits de réaction. Celle-ci étant supposée sans changement d'état

sensible dans l'intervalle de temps considéré, on aura donc l'équation

$$dq = [(a_1 - x_1)c_1 + \ldots + (a_m - x_m)c_m]\,dT + [X_1 k_1 + \ldots + X_n k_n]\,dT,$$

qui, en vertu des proportionnalités

$$x_i = m_i x_1, \qquad X_i = n_i x_1$$

existant entre les quantités dépensées des corps actifs et les produits de réaction, se transforme en

$$(2) \qquad dq = (M + N x_1)\,dT,$$

où

$$(3) \qquad \begin{cases} M = LK + \Sigma a_i c_i, \\ N = \Sigma n_i k_i - \Sigma m_i c_i. \end{cases}$$

» En comparant (1) et (3), il résulte l'équation différentielle

$$(4) \qquad \frac{dT}{F(T)} = \frac{dx_1}{M + N x_1}.$$

» Or la fonction F(T) a été étudiée par M. Berthelot dans sa *Mécanique chimique* et l'on trouve, dans le cas qui nous occupe, en suivant la marche de M. Berthelot, que F(T) est de la forme

$$(5) \qquad F(T) = P - NT,$$

où N est la constante définie par (3), P une autre constante, facile à déterminer expérimentalement.

» En le remplaçant dans (4) et en intégrant, on obtient

$$(6) \qquad (P - NT)(M + N x_1) = MF(T_0) = \text{const.},$$

T_0 désignant la température initiale du mélange ; la constante d'intégration sera donc positive ou négative suivant que la réaction est exo- ou endothermique. Remarquons que si les chaleurs spécifiques variaient sensiblement dans l'intervalle de temps considéré, on aura F(T) par une quadrature et x_1 en fonction de T par deux quadratures.

» La formule (6) résout le problème 1° ; il est facile de construire la courbe représentant la loi de variation cherchée et d'en discuter les divers cas.

» Pour traiter les problèmes 2° et 3°, rappelons-nous la loi fondamen-

tale de Dynamique chimique, d'après laquelle on a à chaque instant

$$(7) \qquad \frac{dx_1}{dt} = C(a_1 - x_1)(a_2 - m_2 x_1)\ldots(a_m - m_m x_1),$$

le coefficient C variant avec la température T du mélange à l'instant t. M. Van t'Hoff a trouvé par des considérations thermodynamiques, et l'expérience l'a vérifié, que la loi de variation de C avec T est (au moins approximativement) représentée par l'équation

$$(8) \qquad \frac{1}{C}\frac{dC}{dT} = \frac{F(T)}{2T^2},$$

où F(T) est la quantité de chaleur produite ou dépensée par la réaction, correspondant à la dépense de l'unité de quantité du corps A_1, T étant la température absolue. En remplaçant cette fonction par sa valeur précédente et en intégrant l'équation ainsi obtenue, on trouve

$$(9) \qquad C = Re^{-\frac{P}{2T}} T^{-\frac{N}{2}}.$$

» Des formules (6), (7), (9), on tire

$$(10) \qquad t = H\int_{T_0}^{T} T^{\frac{N}{2}} e_2^{\frac{P}{T}} \frac{(P - NT)^{m-2}}{(\alpha_1 - \beta_1 T)\ldots(\alpha_m - \beta_m T)} dT,$$

où H, α_i, β_i sont des constantes, connues dans chaque cas particulier donné, T_0 étant la température initiale du mélange.

» L'intégrale se calcule approximativement pour une valeur donnée de T, pourvu que cette valeur soit admissible; il en sera ainsi lorsque l'intégrale (10) est finie, positive et comprise dans l'intervalle entre $\frac{t_1}{H}$ et $\frac{t_2}{H}$.

» On calculera d'une manière analogue t à l'aide de x_1. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Contribution à l'histoire des iodures de phosphore.* Note de M. A. **Besson**, présentée par M. Troost.

« On connaît d'une façon certaine deux combinaisons définies de phosphore et d'iode : le triiodure PI^3 et le biiodure P^2I^4.

» Les iodures PI^3 et P^2I^4 s'obtiennent habituellement par combinaison directe des éléments, au sein d'une solution sulfocarbonique; mais, si ce mode de préparation est recommandable pour P^2I^4, qui, peu soluble dans CS^2, y cristallise facilement, il n'en est pas de même pour PI^3, qui est ex-

trêmement soluble dans ce dissolvant; pour l'en retirer il faut évaporer à sec ou à consistance sirupeuse et refroidir ensuite énergiquement, ce qui conduit à obtenir un produit d'une pureté relative.

» Pour avoir PI^3 à l'état chimiquement pur, j'ai eu recours à l'action de HI sec sur PCl^3, soit seul, soit en dissolution dans CCl^4; la réaction s'établit même au sein d'un mélange réfrigérant, sans formation apparente de chloroïodure intermédiaire entre PCl^3 et PI^3.

» Le triiodure de phosphore pur ainsi obtenu a donné à l'analyse les nombres :

		Théorie pour PI^3.
I pour 100..........	92,43	92,47
P pour 100..........	7,70	7,53

» Il se présente sous forme de cristaux rouge foncé fusibles à 61° et est entièrement décomposable par l'eau, sans mise en liberté de trace d'iode libre, sans formation de dépôt solide.

» La sublimation de PI^3, sous pression réduite à 15^{mm}, commence à se produire au-dessous de 100° et devient active vers 120°; température qu'il ne faut pas dépasser sous peine de voir de l'iode mis en liberté.

» La solution sulfocarbonique de PI^3 est réduite par le mercure à froid, le premier terme de la réduction étant P^2I^4; mais, en présence d'un excès de mercure, la solution se décolore complètement par agitation : le phosphore et l'iode se trouvent tous deux dans le précipité à l'état d'iodure mercureux vert et d'iodure double de phosphore et de mercure.

» Cette propriété du mercure permet de détruire totalement, sans élévation sensible de température, les iodures de phosphore et de dégager ainsi d'autres corps qui seraient dans la même solution. L'argent réduit réagit aussi à froid sur PI^3, mais ne le ramène qu'à l'état de P^2I^4.

» Le biiodure de phosphore P^2I^4 fond à 110° et semble éprouver déjà à cette température une trace de décomposition; chauffé progressivement, sous pression réduite à 15^{mm}, il donne déjà au-dessous de 100°, et plus rapidement vers 120°, un sublimé, formé exclusivement de triiodure, et il reste finalement, au fond du matras, du phosphore amorphe de couleur jaune rougeâtre.

» M. Gautier avait tenté d'obtenir un chlorure de phosphore P^2Cl^4 correspondant à P^2I^4, en faisant réagir sur ce dernier corps du chlorure d'argent pulvérulent; la réaction s'est effectuée conformément à l'équation

$$3P^2I^4 + 12AgCl = 4PCl^3 + 12AgI + P^2.$$

» Le phosphore ainsi mis en liberté a été considéré comme du phosphore blanc, parce que M. Gautier l'a retiré à cet état par distillation du résidu de la réaction à 280°-300°, mais ce phosphore blanc pouvait provenir de la transformation allotropique du phosphore amorphe en phosphore blanc par distillation. L'expression suivante semble confirmer cette manière de voir : elle a été faite en remplaçant $AgCl$ par Hg^2Cl^2 et s'effectue déjà lentement à froid, plus rapidement en chauffant au bain-marie. Les résultats peuvent se formuler

$$3P^2I^4 + 6Hg^2Cl^2 = 4PCl^3 + 6Hg^2I^2 + 2P.$$

» Le phosphore mis en liberté dans cette réaction est à l'état amorphe, car le résidu, épuisé au sulfure de carbone, ne cède pas de phosphore à ce dissolvant, et, chauffé avec précaution sous pression très réduite, il donne un sublimé de mercure et de chloro-iodure mercureux, tandis que du phosphore amorphe de couleur ocreuse reste au fond du matras.

» La transformation du phosphore blanc, fondu ou en dissolution dans CS^2, en phosphore rouge sous l'action d'une petite quantité d'iode, a été signalée par Corenwinder et Brodie. Pour éclaircir le mécanisme de cette transformation, j'ai employé CCl^4, dans lequel le phosphore est relativement peu soluble ($14^{gr},8$ par litre à 13°).

» Le phosphore blanc, préalablement fondu sous une couche de CCl^4 pur, est additionné de CCl^4 saturé à froid par de l'iode; la coloration de l'iode disparaît rapidement pour faire place à une teinte jaune semblable à celle de la solution chlorocarbonique de P^2I^4.

» On voit alors le phosphore solide excédant se recouvrir peu à peu, dans l'espace de quelques jours, d'une couche superficielle de phosphore rouge retenant toujours un peu d'iode que les procédés physiques (épuisement par CS^2 bouillant, volatilisation sous pression réduite) ne peuvent lui soustraire totalement. Quant au liquide qui le baigne, d'abord limpide, il laisse déposer avec le temps, lentement à froid et à l'obscurité, plus rapidement à chaud ou à la lumière, du biiodure de phosphore cristallisé et un précipité amorphe rouge ayant les mêmes propriétés que le produit de la transformation du phosphore solide.

» La solution doit donc renfermer à la fois du phosphore simplement dissous et du phosphore combiné à l'iode, la combinaison de phosphore et d'iode étant destructible par l'eau. J'ai effectué d'une part le dosage du phosphore total et de l'iode contenus dans un certain volume de la solution primitive et, d'autre part, le phosphore simplement dissous sur une autre

fraction de la solution débarrassée des éléments combinés par agitation avec de l'eau privée d'air; la différence entre le phosphore total et le phosphore dissous donnait le phosphore combiné à l'iode dosé. L'expérience a fourni pour valeur moyenne du rapport de phosphore et d'iode *combinés* au sein de la solution chlorocarbonique d'iode, en présence d'un excès de phosphore, la valeur

Théorie pour P^3I^4.

$$\frac{P}{I} = \frac{23,6}{127}, \qquad \frac{P}{I} = \frac{23,0}{127}.$$

» La solution paraît donc renfermer une combinaison instable P^3I^4 qui serait le pivot de la transformation apparente du phosphore blanc en phosphore rouge par action de *présence* de l'iode ([1]). Cette combinaison se détruit sous l'action de la lumière, de la chaleur, ou par concentration en vertu de l'équation $P^3I^4 = P^2I^4 + P$ rouge, et se reforme en vertu de l'équation

$$P^2I^4 + P \text{ blanc} = P^3I^4. \text{ »}$$

CHIMIE. — *Sur un procédé d'oxydation et de chloruration.* Note de M. **A. Villiers**, présentée par M. H. Moissan.

« I. Lorsqu'un corps oxydable se trouve dans un milieu susceptible de fournir de l'oxygène, mais dans des conditions telles que l'oxydation ne commence pas encore ou ne se produise que très lentement, l'addition d'une trace d'un sel de manganèse, dans un grand nombre de cas, détermine ou accélère très notablement la réaction.

» Ce fait peut être montré très nettement par l'expérience de cours suivante :

» Si l'on chauffe, à volumes égaux, une solution saturée d'acide oxalique, de l'acide chlorhydrique à une dilution correspondant à 25 pour 100 en volume et de l'acide azotique également dilué, il ne se produit pas, même après un temps assez long, de dégagement gazeux. Si, au contraire, après avoir porté le mélange à l'ébullition, on ajoute une trace d'un sel quelconque de manganèse, par exemple quelques gouttes d'une solution de sulfate, la réaction se développe en quelques instants; même si l'on cesse de chauffer, il se produit de l'acide carbonique et de l'azote, et ces deux gaz se dégagent régulièrement, surtout si l'on a introduit dans le ballon quelques fragments de charbon de cornue, de la surface desquels naissent les bulles gazeuses; ils sont à peu

---

([1]) Laboratoire de Chimie de l'Université de Caen.

près purs si l'on se sert d'acides suffisamment dilués, et l'on pourrait même fonder sur cette réaction un procédé facile de préparation de l'azote, si le volume d'acide carbonique mélangé à ce gaz n'était pas considérable. Si l'on recommence à chauffer, on peut ainsi détruire en quelques minutes la totalité de l'acide oxalique, quelle qu'en soit la proportion, sans aucune addition de manganèse. Il suffit d'introduire de temps en temps de l'acide azotique, s'il n'y en a pas un excès dès le début, afin de remplacer celui qui a fourni son oxygène dans l'oxydation. Ce procédé de destruction de l'acide oxalique est d'une application très commode dans certains cas d'analyse.

» Si l'on fait usage d'acides plus concentrés, l'acide oxalique, dans l'expérience précédente, peut être légèrement attaqué à chaud, en l'absence du manganèse. Mais l'action de ce métal ne s'en manifeste pas moins par la rapidité du dégagement gazeux, aussitôt après son introduction.

» 2. Cette action des sels de manganèse peut être expliquée par la production des sels facilement décomposables, tels que ceux dont on admet généralement la formation dans la préparation du chlore (perchlorure de manganèse, d'après Nicklès et d'après Fischer; chlorhydrate perchloré de manganèse, d'après Berthelot). Dans cette préparation, ces sels, après avoir, par leur décomposition, donné naissance au chlore, sont transformés en chlorure de manganèse, qui ne joue plus aucun rôle actif. Dans la réaction précédente, au contraire, leur formation et leur décomposition successive permet d'obtenir, à l'aide d'une quantité extrêmement faible, une action indéfinie, comparable à celle d'un ferment. A ce point de vue, la coexistence du manganèse et des ferments oxydants, signalée récemment, paraît constituer un fait d'un très grand intérêt. Les recherches de M. Bertrand démontreront peut-être que le manganèse, dont la dissémination est si grande, joue un rôle beaucoup plus important qu'on ne le soupçonnait, dans la physiologie des végétaux et même des animaux, que sa présence est une condition nécessaire pour l'oxydation des hydrates de carbone et des corps azotés, et que les essais faits, en Thérapeutique, des préparations de manganèse comme succédanés des préparations de fer, doivent être repris d'une manière plus approfondie et à un autre point de vue, dans le traitement des maladies provenant d'oxydations incomplètes, telles que le diabète sucré et l'arthrite.

» La présence de traces de manganèse, en effet, et cela en l'absence de tout ferment organisé et de toute matière organique étrangère, peut non seulement déterminer des oxydations dans des milieux contenant des réactifs oxydants spéciaux, mais encore, dans un certain nombre de cas, faciliter l'absorption directe de l'oxygène de l'air.

» 3. De même que l'acide oxalique, beaucoup de composés organiques de

la série grasse sont oxydés dans les conditions de l'expérience citée plus haut, et l'on peut reproduire cette dernière, par exemple, presque aussi nettement avec le glucose et le sucre de canne. Suivant la nature des corps à oxyder, on fera usage d'acides plus ou moins concentrés.

» 4. Avec les corps de la série aromatique, même lorsqu'ils renferment des groupes de la série grasse, il paraît se former, en général, non plus des produits d'oxydation, mais des produits de substitution, et l'on obtient des composés chlorés.

» Si, par exemple, à un mélange d'acide chlorhydrique, d'acide azotique et d'eau sans action sur la benzine et le toluène, on ajoute une petite quantité d'un sel de manganèse, on ne tarde pas à constater que cette addition permet au mélange de réagir sur ces carbures. Même à froid, au bout de quelques jours de contact, la couche de benzine ou de toluène, qui surnage au début, a été attaquée assez profondément pour que l'augmentation de densité qui en résulte la fasse tomber au fond, en partie ou en totalité, et l'on y constate la production d'une grande proportion de produits chlorés.

» Ce procédé pourra surtout être utilisé, soit à froid, soit à chaud, dans le cas des corps de cette série, pour préparer certains isomères dans les produits de substitution. Je pense qu'il sera susceptible de nombreuses applications dans les laboratoires et dans l'industrie.

» 5. Les conditions dans lesquelles se produit l'oxydation sous l'influence des sels de manganèse, par exemple dans le cas de l'acide oxalique, sont fort curieuses. Le dégagement gazeux peut être observé même à froid. Il peut durer plusieurs semaines, probablement même plusieurs années. Ces réactions, dont on connaissait déjà quelques exemples, mais dont l'étude n'a pas été faite d'une manière générale, et que les sels de manganèse permettent de réaliser si facilement, présentent les caractères des fermentations produites par les ferments chimiques; il y a donc lieu de distinguer parmi ces derniers une classe spéciale, *les ferments minéraux*. Je reviendrai prochainement sur les caractères des phénomènes qu'ils peuvent produire. »

CHIMIE. — *Dédoublement de la bande fondamentale des chlorophylles.* Note de M. **A. Étard**, présentée par M. Henri Moissan.

« Dans une précédente Communication (*Comptes rendus*, t. CXXIII, p. 824) j'ai insisté sur ce point que, les chlorophylles étant très nombreuses, aucun travail ne pouvait être considéré comme valable si une espèce chi-

mique n'était choisie et définie parmi celles que contient une même espèce botanique. Cela fait, s'il s'agit d'une constante spectrale à prendre, il faut encore, pour avoir des résultats qui puissent être reproduits, observer une solution de concentration définie dans un dissolvant déterminé sous une longueur connue.

» Cette méthode qui s'impose cependant à l'esprit n'a pas été appliquée jusqu'à ce jour parce qu'on n'était pas arrivé à séparer les diverses chlorophylles toujours présentes dans une même plante.

» En poursuivant mes études dans cette voie, après avoir rendu les recherches spectrales comparables, je me suis préoccupé de les rendre plus sensibles, afin que les petites différences dues à l'espèce ou causées par l'action des réactifs fussent capables de frapper nettement les yeux. Dans ce but deux colonnes de solution chlorophyllienne, en toutes choses semblables sauf la nature de la chlorophylle, envoient la lumière blanche qui les traverse sur la fente d'un spectroscope muni d'un petit prisme de renvoi à réflexion totale. La raie du sodium, projetée en même temps, sert de repère permanent; elle traverse les deux spectres superposés et le micromètre. Les plus petites différences, entre deux bandes chlorophylliennes, deviennent ainsi visibles à l'œil par suite d'un décalage appréciable et indiscutable puisque la raie D ne le subit pas et que pour deux solutions identiques les bandes sont aussi dans le prolongement les unes des autres.

» Cette méthode rend de grands services, car les bandes d'absorption des chlorophylles sont toujours estompées, à ce point que les mesures qu'elles ont permises n'ont souvent servi qu'à obscurcir ces délicates questions. Voici quelques déterminations qui ont été effectuées sur une chlorophylle extraite du gazon en culture pure (*Lolium perenne;* Graminées).

» La plante sèche extraite par le sulfure de carbone donne une matière verte qu'on redissout dans de l'alcool à 95°. Le résidu de la solution alcoolique se dissout en partie dans la potasse aqueuse à $\frac{2}{100}$. De la liqueur alcaline on régénère par un acide étendu une chlorophylle acide qui est lavée avec un excès de pentane. Cette loliophylle, insoluble dans le pentane, est une matière des plus colorantes, solide, amorphe, à cassure conchoïdale, semblable aux dérivés tinctoriaux de la houille. Son analyse sera donnée ultérieurement. Il suffit de dire qu'elle est exempte de tout ce qui est insoluble dans le sulfure de carbone (gommes, sucres, tannins, acides et extraits végétaux solubles dans l'eau). Venant d'une solution aqueuse alcaline étendue, lavée à l'éther, on n'a pas à craindre les cires, les graisses, les huiles, les essences, le carottène, les alcaloïdes. Lessivée

au pentane elle ne contient pas d'acides gras libres. Je ne crois pas qu'on ait encore poussé aussi loin la purification d'une chlorophylle par le jeu de diverses catégories de dissolvants excluant, avec certitude et méthode, des groupes complets d'impuretés.

» La loliophylle, définie ci-dessus par sa préparation, a été étudiée sur une colonne de $0^m,15$ de longueur en solution sulfocarbonique. Au $\frac{1}{5000}$ la coloration est telle qu'on ne peut faire de mesures. Pour $\frac{1}{10000}$ on compte les bandes $\lambda = 729\text{-}635$; 635-598; 580-564; 559-549 et 528-507 dont les axes moyens calculés seraient 682, 616,5, 572, 554, 517. Ces nombres, pour des images diffuses, peuvent être critiqués. Comment reconnaître l'axe véritable d'une bande à bords nébuleux, comprise entre 729 et 635, et fixer des valeurs positives? J'y suis arrivé par une série de dilutions successives. Au $\frac{1}{50000}$ les ombres 517 et 616,5 ont disparu; 559-549, réduite à son bord le plus foncé, a pour axe définitif 549; 580-564 est aussi devenu une ombre étroite dont l'axe 564 n'est plus douteux. Au $\frac{1}{100000}$, 564 a disparu, mais 549, devenu sensiblement linéaire, se confirme. Donc 564 et 549 sont définitivement acquis comme les milieux-axes des deux bandes secondaires. On porte au $\frac{1}{500000}$ et une seule ombre étroite reste visible dans tout le spectre au point $\lambda = 681,5$ milieu de la bande la plus noire et la plus uniforme de la série.

» Les énormes bandes obscures que possèdent les chlorophylles dans le rouge orangé du spectre, ces sortes de fenêtres ouvertes pour recevoir l'énergie extérieure sont-elles simples? Puisqu'il y a dans les pectre continu lumineux des bandes sombres d'absorption sélective n'y a-t-il pas aussi, dans ces espaces qui semblent uniformément obscurs, des choix plus délicats de radiations recherchées par les molécules. C'est ce que j'ai pu démontrer. Ce que l'on nomme « la bande principale de la chlorophylle », d'après Chautard, n'est pas une bande simple; en l'examinant de près, j'y trouve une preuve de la diversité des chlorophylles qui ne saurait être contestée.

» La large bande de 729-635 est intacte au $\frac{1}{10000}$ dans le sulfure de carbone sur $0^m,15$. Aux environs de $\frac{1}{50000}$, il se produit un phénomène remarquable. Dans l'intervalle précédemment noir mesurant 94 λ apparaissent *trois* bandes, l'une fine 713-704, axe 708,5; une autre un peu plus forte, celle qui persistera à $\frac{1}{500000}$, axe 681,5; enfin, une dernière bande plus délicate 859-650, axe 654,5. La bande principale est un faisceau susceptible d'être dédoublé et comme disséqué.

» Ainsi, on ne peut voir *à la fois* toutes les bandes d'absorption d'une

chlorophylle déterminée; les unes, trop fortes, nous apparaissent en bloc si le milieu est concentré; les autres, trop faibles, disparaissent dès qu'on étend. Il faut faire le relevé des traits qui ne se manifestent que pour une ouverture de fente et une concentration convenables. Dans ce cas seulement, on connaît les ouvertures du spectre chlorophyllien visible, et pour la loliophylle, on relève sept ouvertures dans le champ lumineux du spectre, ce sont : $\lambda = 708,5$, 682, 654, 616, 572, 554 et 517. Avec les plages sombres qui empiètent sur le rouge et le violet, sans se détacher toutefois, on doit porter à neuf au moins les brèches lumineuses d'une des chlorophylles de *lolium*. Dans tout le reste du champ s'exerce une absorption diffuse qui n'est pas nulle et contribue à faire entrer dans le végétal l'énergie nécessaire à son évolution et à l'accumulation de ses réserves.

» La méthode de dilution successive et de coïncidence des spectres permet d'observer bien des détails dans les chlorophylles inaltérées et aussi de constater l'action spéciale des réactifs sur chaque chlorophylle. Dans l'exemple que j'ai choisi comme particulièrement net, la bande noire principale a été détriplée d'une façon irréversible par la potasse à 2 pour 100; le centre de sa bande fondamentale est à 681,5, reporté de 20 λ vers le rouge. La même chlorophylle, non touchée par la potasse et un acide, donne, à la dernière dilution, une bande non coïncidente décalée vers le jaune par rapport à la précédente. A aucun instant la dilution ne peut résoudre en trois autres cette bande primitive.

» La scission de la bande principale par des réactifs faibles ou spontanément n'est pas un fait isolé. Je me bornerai à citer le dédoublement de la bande principale de deux espèces :

Chanvre........ $\lambda = 670$ et 613 Laurier-cerise..... $\lambda = 681$ et 657

» *Conclusions*. — Le nombre des bandes chlorophylliennes et la longueur d'onde de leur axe moyen peuvent, par la méthode des dilutions limites, être comptés exactement et servir à caractériser l'espèce chimique.

» La diversité des chlorophylles se démontre par la longueur d'onde des axes de leurs bandes préexistantes ou provoquées par l'action des réactifs.

» La bande fondamentale des chlorophylles n'est pas toujours uniformément obscure, elle peut être double ou triple. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'action oxydante des sels manganeux et sur la constitution chimique des oxydases.* Note de M. **Gab. Bertrand**, présentée par M. Duclaux.

« Au cours de mes recherches sur l'intervention du manganèse dans les oxydations provoquées par la laccase ([1]), j'ai été conduit à rechercher si les sels manganeux n'avaient pas par eux-mêmes une action oxydante, s'ils n'étaient pas capables de fixer l'oxygène gazeux sur certains corps organiques.

» Pour cela, j'ai d'abord préparé ou purifié un certain nombre de ces sels, tant minéraux qu'organiques, et j'y ai dosé le manganèse. Je pouvais ainsi employer, dans chaque expérience, une quantité de sel correspondant toujours au même poids de métal.

» J'introduisais alors, dans un ballon à robinet de 250^{cc} environ de capacité, en suivant une technique que j'ai déjà eu plusieurs fois l'occasion de rappeler ([2]) :

Hydroquinone........................	1^{gr}
Eau....................................	100^{cc}
Manganèse (sous forme de sel)..	100^{mgr}

puis le tout était soumis à une agitation continue, à l'aide d'une roue hydraulique. Après un temps convenable, l'extraction et l'analyse des gaz contenus dans le ballon permettaient de constater et de mesurer la réaction oxydante.

» Tous les sels manganeux que j'ai essayés possèdent, en effet, la propriété de fixer l'oxygène libre sur l'hydroquinone. Ils se comportent de même vis-à-vis du pyrogallol, du paramidophénol, de la résine de gayac (acide gayaconique) et d'autres corps voisins. La solution prend une coloration différente, en rapport avec le composé organique mis en expérience, et l'intensité de cette coloration varie elle-même suivant l'acide du sel utilisé; dans certains cas, il se produit un précipité cristallin (quinhydrone, purpurogalline, etc.); mais toujours le phénomène général est le même : le sel manganeux agit par sa présence, et c'est l'oxygène gazeux, contenu dans le ballon, qui se porte sur la substance organique.

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXIV, p. 1032; 1897.
([2]) *Ibid.*, t. CXX, p. 266; 1895.

» Le Tableau suivant résume les résultats obtenus avec l'hydroquinone. Après vingt-quatre heures d'agitation, le volume d'oxygène absorbé était :

	cc
Avec l'azotate de manganèse, de	1,5
» le sulfate	1,6
» le chlorure	1,8
» le formiate	7,4
» le benzoate	15,3
» l'acétate	15,7
» le salicylate	16,3
» le lactate	17,6
» le gluconate	21,6 (¹)
» le succinate	22,1

» Si l'on veut admettre que les sels de manganèse, en solution aqueuse, sont partiellement hydrolysés, c'est-à-dire transformés par fixation d'eau en un mélange d'acide libre et de protoxyde de manganèse,

$$\overset{\text{II}}{R}Mn + H^2O = \overset{\text{II}}{R}H^2 + MnO,$$

on se rendra très bien compte du rôle des sels manganeux dans les expériences précédentes.

» Le protoxyde de manganèse, on le sait, s'oxyde spontanément au contact de l'air. Cette propriété est même exploitée industriellement, dans le procédé Weldon, pour la régénération du bioxyde servant à préparer le chlore. Au cours de cette oxydation, la molécule d'oxygène libre O^2 est nécessairement scindée en deux atomes, atomes non saturés et par conséquent plus actifs; l'un d'eux se porte sur une molécule de protoxyde de manganèse pour donner du bioxyde

$$MnO + O^2 = MnO^2 + O,$$

tandis que l'autre peut se fixer indifféremment sur une nouvelle molécule de protoxyde ou sur un autre corps oxydable, tel que l'hydroquinone, qui, seul, résisterait au contact de l'oxygène moléculaire.

» L'expérience montre, en effet, qu'une solution d'hydroquinone, con-

---

(¹) Des cristaux de quinhydrone ont apparu après deux heures (2 expériences; $t = +18°$). Le salicylate détermine aussi la production de quinhydrone, mais beaucoup plus lentement; avec les autres sels, même le succinate, il ne s'en est pas formé. La nature de l'acide semble donc agir à la fois sur l'intensité et sur le sens de l'oxydation.

tenant du protoxyde de manganèse en suspension, donne à la fois, au contact de l'air, du bioxyde et de la quinone.

» Cette réaction doit donc tout d'abord se passer quand on ajoute un sel manganeux à une solution d'hydroquinone. Mais alors, il y a en présence de l'acide libre, du bioxyde de manganèse et un excès de corps oxydable. Grâce à ce dernier, dont la chaleur d'oxydation s'ajoute à celle de formation du sel manganeux, il y a réaction entre l'acide et le bioxyde

$$\overset{\shortparallel}{R}H^2 + MnO^2 = \overset{\shortparallel}{R}Mn + O;$$

un second atome d'oxygène se fixe sur une nouvelle quantité d'hydroquinone et le sel primitif est régénéré.

» J'ai constaté, à l'appui de cette manière de voir, que le bioxyde de manganèse, stable dans l'eau acidulée, s'y réduit aussitôt, en donnant un sel manganeux, quand on ajoute de l'hydroquinone. En même temps, cette dernière se transforme en quinone.

» Il suit de là qu'un poids déterminé de sel manganeux doit oxyder, aux dépens de l'air, un poids illimité d'hydroquinone, ou de tout autre corps pareillement oxydable, si, comme on l'a admis plus haut, sa solution aqueuse est partiellement hydrolysée. Je puis ajouter maintenant qu'une telle hydrolyse n'est pas douteuse. Il suffit, pour s'en convaincre, d'abandonner à l'air une solution diluée d'un sel de manganèse : on voit se former à la longue un précipité brun de bioxyde. La réaction, très lente à la température ordinaire, est beaucoup plus rapide à l'ébullition. En outre, ce sont les sels dans lesquels l'affinité de l'acide pour le métal est la plus faible, c'est-à-dire les sels à acides organiques et surtout ceux à acides organiques de poids moléculaire élevé, qui sont les plus hydrolysables et qui donnent le plus aisément un précipité de bioxyde. Ce sont aussi ceux qui agissent le plus rapidement sur l'hydroquinone.

» Le principal intérêt de ces observations est de compléter, en ce qui concerne la constitution chimique et le mode d'action des oxydases, une notion qui découlait déjà des recherches que j'ai publiées sur l'intervention du manganèse dans les oxydations provoquées par la laccase ([1]).

» Les unes et les autres nous font concevoir les oxydases comme des combinaisons spéciales du manganèse dans lesquelles le radical acide, probablement de nature protéique et variable suivant le ferment considéré,

---

([1]) *Loc. cit.*

aurait juste l'affinité nécessaire pour maintenir le métal en dissolution, c'est-à-dire sous la forme la plus propice au rôle qu'il doit remplir. Le manganèse serait donc, dans cette conception, le véritable élément actif de l'oxydase, celui qui fonctionne à la fois comme activeur et comme convoyeur de l'oxygène; la matière albuminoïde, de son côté, apporterait au ferment les autres caractères, ceux qui se manifestent par l'analyse élémentaire, l'action des réactifs (alcool, sels) et des agents physiques (chaleur, dialyse) ([1]). »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action du nickel sur l'éthylène. Synthèse de l'éthane.* Note de MM. **Paul Sabatier** et **J.-B. Senderens.**

« I. Dans une Note antérieure (*Comptes rendus*, t. CXXIV, p. 616), nous avons indiqué que le nickel obtenu en réduisant l'oxyde par l'hydrogène réagit sur l'éthylène au-dessus de 300°; il se dépose du charbon très volumineux qui peut obstruer entièrement le tube. Si la colonne de métal est un peu longue, tout l'éthylène disparaît : il ne passe que des carbures forméniques et de l'hydrogène.

» Nous avons cherché à préciser les conditions du phénomène.

» L'oxyde de nickel était disposé en couche mince sur une longueur d'environ 30^{cm} dans un tube de 15^{mm} de diamètre, qui pouvait être chauffé graduellement à l'aide d'une grille bien réglée. La réduction ayant été opérée au-dessous de 300°, on laisse refroidir dans un courant d'hydrogène, puis on remplace ce dernier par un courant d'éthylène sec bien purgé d'air. La réaction n'a pas lieu à froid et n'apparaît nettement qu'au-dessus de 300°; elle est nette à 320° et va de plus en plus vite à mesure que la température s'élève. Au sortir du tube, les gaz traversent un laveur à brome qui absorbe les traces d'éthylène non transformé, puis sont recueillis et analysés.

» Dans ces conditions, la vitesse moyenne du courant d'éthylène étant d'environ 60^{cc} par minute, nous avons trouvé que les gaz formés sont constitués par un mélange d'éthane, de formène et d'hydrogène; ils ont d'ailleurs, au sortir du tube à nickel, une odeur de pétrole, qui indique la présence de traces non dosables de carbures forméniques supérieurs.

» L'analyse précise d'un tel mélange est fort délicate : vis-à-vis des

(1) Travail du laboratoire de Chimie du Muséum.

déterminations eudiométriques, il équivaut à un mélange d'éthane et d'hydrogène. En le considérant ainsi, on trouve pour 100 volumes :

	Éthane.	Hydrogène.
A 325°	75^{vol}	25^{vol}
340	60	40
375	48	52
450	34	66

» Vers 390°, le gaz avait une composition voisine de celle du formène pur (mélange à volumes égaux d'éthane et d'hydrogène).

» La présence de l'hydrogène dans le mélange a pu être établie avec certitude, soit en faisant passer les gaz à travers une longue colonne d'oxyde cuivrique maintenu entre 220° et 250° qui ne retient que l'hydrogène [1], soit en traitant les gaz par l'alcool absolu qui dissout le formène et surtout l'éthane beaucoup plus que l'hydrogène.

» Nous avons pu ainsi établir que la proportion d'hydrogène, faible dans les gaz obtenus aux températures les plus basses, ne s'accroît notablement qu'au-dessus de 390°.

» Pour les gaz préparés à 325°, il n'y avait guère que 10 pour 100 d'hydrogène libre; la composition était :

Hydrogène	10
Formène	30
Éthane	60

» La proportion d'éthane diminue rapidement quand la température croît : au-dessous du rouge sombre, il n'en reste plus que des traces.

» La réaction produite par le métal est donc complexe : celle qui prédomine d'abord vers 325° est le dédoublement en carbone et éthane :

$$3C^2H^4 = C^2 + 2C^2H^6.$$

» Mais déjà à cette température, l'éthane commence à se dédoubler en méthane et charbon :

$$2C^2H^6 = 3CH^4 + C,$$

et le formène lui-même est lentement décomposé en carbone et hydrogène libre.

---

(1) Nous avons constaté que les carbures ne donnent aucune réduction appréciable de l'oxyde cuivrique au-dessous de 270°.

» Nous avons, en effet, constaté directement que l'éthane (préparé comme on le verra plus loin) se dédouble avec augmentation de volume au contact du nickel à 325°. Nous avons aussi vérifié la destruction lente du formène pur, notable surtout au-dessus de 390°.

» Ces deux transformations de l'éthane et du formène ont lieu d'autant plus vite que la température est plus haute : il en résulte que le gaz obtenu à partir de l'éthylène sera de plus en plus riche, d'abord en formène, puis en hydrogène.

» Avec une colonne assez longue de nickel réduit, ou un courant suffisamment lent d'éthylène, on peut arriver dès 325° à une transformation à peu près complète en formène, mêlé d'un peu d'hydrogène. Il serait beaucoup moins aisé d'atteindre la décarburation totale du formène, celle-ci n'étant pas encore très rapide au rouge sombre, où les réactions pyrogénées décrites par M. Berthelot interviennent en produisant de nombreux carbures, dont quelques-uns sont fort résistants à la destruction calorifique.

» II. *Synthèse de l'éthane.* — Si l'on dirige un mélange de volumes égaux d'éthylène et d'hydrogène sur du nickel récemment réduit et très légèrement chauffé (30° à 45° suffisent), on constate une élévation notable de température due à la formation d'éthane. Cette production se poursuit très longtemps sans qu'il soit nécessaire de chauffer.

» Pour préparer par ce procédé de l'éthane pur, il suffit de faire arriver sur une colonne un peu longue de nickel réduit, maintenu au-dessous de 150°, de l'hydrogène mêlé avec un excès d'éthylène : le gaz, après avoir traversé un flacon à brome, puis des laveurs à potasse, est constitué par de l'éthane sensiblement pur. Avec quelques grammes de nickel, l'opération peut être poursuivie pendant plusieurs heures. On retrouve le nickel à peu près inaltéré : il est entièrement soluble dans l'acide chlorhydrique, quoique un peu carburé.

» Nous rappellerons qu'une formation analogue d'éthane a été réalisée par Wilde (*Ber. der Deutsch. Chem. Ges.*, p. 353; 1874) à l'aide du noir de platine. Nous avons constaté que l'action de ce dernier commence à froid, mais ne tarde pas à s'épuiser : elle ne peut être utilisée pour la production d'un courant continu d'éthane.

» Nous avons observé que la mousse de platine peut aussi la réaliser, mais seulement pendant un temps assez court.

» Le cuivre, le fer, le cobalt réduits ne peuvent servir à effectuer cette synthèse, qui doit être certainement attribuée à la formation temporaire

d'une combinaison directe et spécifique du nickel et de l'éthylène.

» Nous avons vainement essayé d'obtenir par un mécanisme semblable la fixation sur l'éthylène des éléments de l'eau ou de l'ammoniaque : il n'a été formé ainsi aucune trace d'alcool ni d'éthylamine.

» Dans une prochaine Communication, nous indiquerons l'action de l'éthylène sur divers oxydes. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'acide isolauronolique.* Note de M. G. **Blanc**, présentée par M. Friedel.

« *Action de l'acide sulfurique concentré sur l'acide isolauronolique.* — L'acide isolauronolique se dissout aisément dans l'acide sulfurique concentré avec dégagement de chaleur. L'eau le précipite intact de cette solution. Mais, si l'on chauffe la solution sulfurique au bain-marie, on constate un très léger dégagement d'acide sulfureux à peine sensible à l'odorat; le mélange jaunit sensiblement et, au bout d'une heure environ, une prise d'essai montre que la masse est entièrement soluble dans l'eau. On traite alors le tout par l'eau, on sature par le carbonate de baryum et l'on décompose par l'acide sulfurique en excès le sel formé. L'acide obtenu, essoré sur une plaque poreuse et dissous dans l'éther acétique, se sépare en cristaux très nets appartenant au système triclinique et fondant à 165°. L'analyse conduit à la formule

$$C^8H^{13}\Big\langle{CO^2H \atop SO^3H}, \quad H^2O.$$

» Il est très soluble dans l'eau, l'alcool et l'éther, moins soluble dans l'acide sulfurique étendu. Il perd une molécule d'eau à 110° et donne l'acide $C^8H^{13}\Big\langle{CO^2H \atop SO^3H}$.

» Ce sont bien là les caractères de l'acide sulfocamphorique. Frappé de ce résultat, j'ai préparé les sels de baryum, de cuivre, les sels acides de plomb et d'argent, ainsi que l'éther méthylique neutre.

» J'ai pu identifier tous ces produits avec les dérivés correspondants obtenus en partant de l'acide sulfocamphorique. L'action de l'acide sulfurique concentré sur l'acide isolauronolique fournit donc de l'acide sulfocamphorique.

» Or MM. Kœnigs et Hœrlin (*Ber.*, t. XXVI, 1, p. 814) ont obtenu

l'acide isolauronolique par l'action de la vapeur d'eau surchauffée sur l'acide sulfocamphorique; j'ai moi-même obtenu cet acide par l'action du chlorure d'aluminium sur l'anhydride camphorique. Il est donc légitime de conclure que, sauf transposition moléculaire, l'effet du chlorure d'aluminium a été de provoquer le départ d'un groupe d'oxyde de carbone précisément à la même place que le fait l'acide sulfurique dans sa réaction sur l'anhydride camphorique.

» Il reste encore dans tout ceci un point assez obscur.

» L'acide isolauronolique $C^8H^{13}CO^2H$ renferme une double liaison mise en relief par la formation d'un dérivé bibromé. L'acide sulfoné qui en dérive $C^8H^{12}\langle{}^{CO^2H}_{SO^3H}$ devrait renfermer la même double liaison à la même place. Or on constate que l'acide sulfocamphorique, même séché à 115°, ne possède point les caractères des corps incomplets. C'est un fait que j'ai vainement cherché à m'expliquer. Il méritait néanmoins d'être signalé, ainsi que l'obtention de l'acide sulfocamphorique à partir de l'acide isolauronolique.

» Poursuivant l'étude de ce dernier acide j'ai obtenu quelques dérivés que je vais décrire.

» *Action de l'éther malonique sodé sur le chlorure d'isolauronolyle.* — On chauffe au réfrigérant ascendant le chlorure d'acide avec du sodomalonate d'éthyle en suspension dans du toluène sec. Au bout de trois à quatre heures, la réaction est terminée. On isole un produit liquide bouillant à 185°-190° ($H = 17^{mm}$) qui devrait correspondre au composé

$$C^8H^{13}CO.CH\langle{}^{COOC^2H^5}_{COOC^2H^5}$$

» Néanmoins, les chiffres d'analyse concordent avec la formule

$$C^8H^{13}CO.CH^2.COOC^3H^5,$$

ce qui indique qu'il y a eu décomposition partielle.

» C'est un liquide mobile, d'odeur agréable, insoluble dans l'eau; il pourrait donner des dérivés intéressants, parce qu'il fonctionne comme acide par le groupe CH^2; malheureusement, il est très instable. Ainsi, avec une solution aqueuse de potasse, il donne un produit gélatineux, qui est vraisemblablement le sel $C^8H^{13}CO.\underset{|}{C}H.COOC^2H^5$ (K sous le C); mais il y a une prompte décomposition et l'on retrouve l'isolauronolate de potassium;

lorsqu'on le fait bouillir avec de l'alcool, on retrouve l'éther éthylisolauronolique. C'est ce qui arrive quand on essaie de préparer l'oxime.

» Cette fragilité de la liaison — CO — avec un radical électronégatif se retrouve également dans le cyanure d'isolauronolyle.

» *Cyanure d'isolauronolyle :* $C^8H^{13}COCAz$. — On chauffe en tubes scellés, pendant quatre heures, à 100°, poids égaux de cyanure d'argent sec et de chlorure d'isolauronolyle.

» La réaction terminée, on extrait le produit par l'éther et l'on fractionne dans le vide.

» Le liquide ainsi obtenu, est mobile, d'odeur pénétrante, insoluble dans l'eau. Il bout à 120° ($H = 23^{mm}$).

» Nous pensions que la saponification de ce cyanure aurait donné l'acide $C^8H^{13}COCO^2H$, et, avec départ de CO^2, l'aldéhyde $C^8H^{13}COH$, déjà décrite (*Comptes rendus,* t. CXXIV, p. 468), tout comme la saponification de l'éther isolauronolylacétique aurait fourni la cétone $C^8H^{13}COCH^3$ également obtenue par un procédé différent [*Comptes rendus* (*ibid.*)].

» Il n'en a rien été. Avec la potasse, même aqueuse, on obtient immédiatement du cyanure et de l'isolauronolate de potassium, et avec l'acide chlorhydrique en solution alcoolique on trouve du chlorhydrate d'ammoniaque, de l'acide formique et de l'éther éthylisolauronolique. Cette propriété rapproche l'acide isolauronolique de l'acide campholique, avec lequel, du reste, il a déjà bien des points communs.

» *Nitrile isolauronolique* $C^8H^{13}CAz$. — Quand on prépare l'amide isolauronolique par un des procédés indiqués (*Comptes rendus,* t. CXXIII, p. 749), on n'obtient que de l'amide si l'on opère en petit. En traitant de plus grandes quantités de matière, on constate que le produit renferme de notables quantités d'un liquide d'une odeur très pénétrante et qui est constitué par le nitrile.

» Ce composé se produit surtout dans l'action du gaz ammoniac sur la solution éthérée de chlorure d'acide (on peut en retrouver jusqu'à 10^{gr} pour 50^{gr} d'amide), mais on l'obtient même en solution aqueuse, en versant le chlorure dans l'ammoniaque aqueuse en excès.

» Dans le premier cas, le chlorure a agi comme déshydratant et l'on recueille une notable quantité d'acide.

» Nous avons obtenu ce nitrile régulièrement par déshydratation de l'amide au moyen du chlorure d'acétyle ou du pentachlorure de phosphore. Le deuxième procédé est bien préférable.

» Le produit de la réaction, projeté dans la glace et soigneusement lavé, passe entièrement à 205° ($H = 760^{mm}$).

» Liquide incolore, mobile, d'une odeur camphrée très pénétrante; insoluble dans l'eau; miscible avec tous les solvants organiques. Il est saponifié aisément par la potasse alcoolique ou par l'acide chlorhydrique en solution également alcoolique, en redonnant l'amide.

» Quant à celle-ci, elle est presque insaponifiable et résiste très longtemps.

» Le nitrile isolauronolique, traité par l'hydrogène naissant, donne une base particulière que nous décrirons dans une prochaine Communication (1). »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de l'acétylène sur l'azotate d'argent.* Note de M. **R. Chavastelon**, présentée par M. Duclaux.

« Les divergences qui existent encore dans la Science, au sujet des combinaisons argentiques de l'acétylène, m'ont engagé à reprendre l'étude des réactions de l'acétylène sur l'azotate d'argent en solution aqueuse ou alcoolique et en solution ammoniacale.

» I. *Action d'un courant d'acétylène sur un volume déterminé d'une solution aqueuse et titrée d'azotate d'argent.* — J'ai observé les faits suivants :

» 1° La liqueur neutre devient acide par la mise en liberté d'acide azotique avec formation d'un précipité blanc, fait déjà signalé à plusieurs reprises par M. Berthelot comme pouvant conduire à des erreurs dans la reconnaissance du chlore des composés organiques.

» 2° L'acidité croît très vite jusqu'au moment où la liqueur ne contient plus d'azotate d'argent libre, très lentement ensuite; dans 50^{cc} d'une solution à $4^{gr},83$ pour 100, il existe encore une faible quantité d'acide azotique combiné après quarante heures, avec un courant de gaz de 12^{lit} à l'heure.

» 3° En présence d'azotate d'argent en excès, le poids d'acide azotique libre est toujours supérieur à celui qui correspondrait à l'azotate d'argent disparu.

» Or, comme dans ces conditions le titre d'une solution d'acide azotique reste constant, il faut admettre qu'une partie du sel est fixée sans altération par le composé argentique.

(1) Travail fait au laboratoire de M. Friedel, à la Faculté des Sciences.

» 4° Avec des solutions d'azotate d'argent aux titres de 2,96, 4,83 et 10,36 pour 100, on trouve, déduction faite de l'azotate d'argent en excès, pour le rapport, $\frac{A}{B}$, du poids d'azotate d'argent fixé, au poids d'azotate d'argent transformé et calculé d'après l'acide azotique libéré

$$\frac{A}{B} = \frac{1}{2}.$$

» En d'autres termes, sur trois molécules d'azotate d'argent, une molécule entre dans la constitution du composé formé avec les deux autres.

» 5° Le rapport $\frac{A}{B}$ a la même valeur au moment précis où il n'y a plus d'azotate d'argent libre dans la liqueur.

» Les résultats précédents peuvent être exprimés par l'une ou l'autre des relations

$$(1) \qquad C^2H^2 + 3AzO^3Ag = C^2Ag^2.AzO^3Ag + 2AzO^3H$$

$$(2) \qquad (C^2H^2)^2 + 3AzO^3Ag = (C^2HAg)^2.AzO^3Ag + 2AzO^3H,$$

correspondant à la mise en liberté d'un même poids d'acide azotique, mais dans lesquelles interviennent une ou deux molécules de C^2H^2.

» Chacun des composés contient

	Ag pour 100.
$C^2Ag^2.AzO^3Ag$	79
$(C^2HAg)^2.AzO^3Ag$	74,3

» Les proportions d'argent ne sont pas très différentes; aussi, au lieu de demander au dosage de l'argent la certitude suffisante pour assigner telle ou telle formule à la combinaison argentique, est-il préférable de déterminer expérimentalement si une ou deux molécules d'acétylène interviennent dans la réaction.

» II. *Action d'un volume déterminé d'acétylène sur un poids connu d'une solution aqueuse titrée d'azotate d'argent.* — On opère dans l'eudiomètre à absorption de M. Raoult. Comme précédemment, on dose l'azotate d'argent en excès et l'acide azotique libre. Connaissant, d'autre part, le volume, la température et la pression du gaz, il est facile de ramener les résultats à une molécule d'acétylène.

» On trouve ainsi :

» 1° Le rapport $\frac{A}{B} = \frac{1}{2}$;

» 2° Une molécule d'acétylène réagit sur trois molécules d'azotate d'argent, en décompose deux et fixe la troisième.

» La formule du composé est donc, d'après l'équation (1),

$$C^2Ag^2.AzO^3Ag \quad \text{et} \quad M = 410.$$

» La moyenne de six expériences a conduit, pour le poids moléculaire, au chiffre très approché de 408.

» Dans les mêmes conditions, une solution alcoolique d'azotate d'argent donne des résultats identiques.

» Si, enfin, comme contrôle, on dose l'argent dans le précipité parfaitement lavé à l'eau glacée et sec, on a

	Trouvé.	Calculé pour $C^2Ag^2.AzO^3Ag$.
Ag pour 100.................	78,4	79

» Par l'action prolongée de l'acétylène, ou celle de l'ammoniaque à chaud sur le composé précédent, on élimine AzO^3Ag de la molécule et le résidu est du carbure d'argent

$$C^2Ag^2.$$

» Le même corps prend immédiatement naissance lorsque l'acétylène réagit sur une solution ammoniacale d'azotate d'argent, ainsi que l'a annoncé M. Keiser.

» En résumé, C^2H^2 forme avec l'azotate d'argent, suivant la nature du dissolvant,

$$C^2Ag^2.AzO^3Ag,$$
$$C^2Ag^2,$$

résultats qui complètent et confirment ceux obtenus, avec les carbures acétyléniques substitués, par MM. Bruylants et Béhal.

» Dans des Communications ultérieures, je décrirai un procédé de dosage de l'acétylène, applicable dans un grand nombre de cas; j'étudierai des combinaisons cristallisées de l'acétylène avec le chlorure cuivreux et le chlorure mercurique. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Determination de l'huile de résine dans l'essence de térébenthine;* par M. A. AIGNAN. (Extrait.)

« J'ai publié précédemment [1] un procédé permettant de déceler dans l'essence de térébenthine la présence de l'huile de résine et même de doser approximativement la quantité de ce produit frauduleusement mélangé. Mais la méthode n'est applicable que si la proportion d'huile dans l'essence est supérieure à 2 pour 100; elle est fondée sur la variation très sensible qu'éprouve le pouvoir rotatoire *lévogyre* de l'essence de térébenthine provenant du *pinus maritima,* quand on y introduit de petites quantités d'huile de résine, produit *dextrogyre.*

» Je vais faire connaître un procédé qui permet de déceler, dans tous les cas et sans ambiguïté, la présence de 1 pour 100 et même de $1\frac{1}{2}$ pour 100 d'huile de résine mélangée à l'essence de térébenthine commerciale des Landes.

» I. Quand on distille l'essence de térébenthine pure, à mesure que l'opération avance, on constate que le pouvoir rotatoire du liquide recueilli diminue. Il en est de même quand on opère sur l'essence de térébenthine fraudée avec de l'huile de résine; mais alors, tandis que les premières portions distillées donnent sensiblement les mêmes rotations que les portions correspondantes obtenues avec l'essence pure, l'huile qui s'accumule dans le résidu lui communique un pouvoir rotatoire de beaucoup inférieur à celui que peut présenter le résidu correspondant de l'essence pure.

Nature de l'essence.	(250cc.)	Prise 1. (50cc.)	Prise 2. (50cc.)	Prise 3. (50cc.)	Prise 4. (30cc.)	Résidu. (70cc.)
Essence pure.......	—61°.26′	—68°.20′	—66°. 9	—65°.44	—64°. 8	—51°. 5
Essence 3°/₀ d'huile.	—57. 2	—68.20	—66.21	—64.46	—63. 7	—36.21
Essence 5°/₀ d'huile.	—54	—68. 6	—66.19	—65.21	—64.45	—28. 6

» Si l'on introduit n pour 100 d'huile de résine dans l'essence de térébenthine, la rotation ω_D, présentée sous une épaisseur de 20^{cm} par le résidu d'une semblable distillation, est affaiblie (au-dessous de 50° environ) de $n \times 5°30'$ *au moins.* Les résultats du Tableau se rapportent à celle des diverses huiles de résine examinées qui produit la moindre variation.

(1) *Comptes rendus,* t. CIX.

» II. Bien plus, il est possible, même en rectifiant à 100°, sous une pression réduite vers $0^m,06$, une essence ne renfermant que 0,5 pour 100 d'huile de résine, d'obtenir un *résidu dextrogyre*, et c'est là un *caractère décisif*, car l'essence pure, traitée de la même manière, ne donnera jamais que des résidus présentant une *rotation lévogyre*. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur les principes actifs de quelques Aroïdées*. Note de Melle **J. Chauliaguet**, MM. **A. Hébert** et **F. Heim**, présentée par M. A. Gautier.

« Les études poursuivies jusqu'à ce jour sur les principes contenus dans les Aroïdées sont peu nombreuses et les résultats auxquels elles ont conduit restent pour la plupart incertains. Nous avons entrepris une série de recherches chimiques et physiologiques relatives à la nature et à l'action des principes actifs de ces plantes. Nous avons particulièrement étudié jusqu'ici les Aroïdées indigènes : *Arum maculatum* L., *A. Italicum* Mill. et *Arisarum vulgare* Targ. Tozz. Les dernières analyses exécutées ont indiqué chez les *Arum* indigènes la présence de :

» 1° Une saponine (*Enz*, 1858; *Spica*, 1885; *Waage*, 1892);

» 2° Une base volatile indéterminée (*Bird, Spica*, 1885);

» 3° Une faible quantité d'acide cyanhydrique (*Jorissen*, 1885), signalé aussi dans quelques Aroïdées exotiques : *Lasia Cyrtosperma* (Greshoff, 1890).

» Nos recherches ont eu pour but de vérifier la présence de ces trois corps et de les caractériser d'une façon plus précise qu'on n'avait pu le faire avant nous.

» Un glucoside, présentant les caractères d'une saponine, a pu être isolé des espèces ci-dessus en traitant les divers organes par l'alcool bouillant et filtrant à chaud; le résidu déposé par le refroidissement rend l'eau facilement mousseuse et donne naissance, par hydrolyse acide, à un corps réduisant la liqueur de Fehling, tout en laissant, après l'action des acides étendus, une substance insoluble correspondant vraisemblablement à la sapogénine.

» Cette saponine existe dans les portions souterraines et dans les feuilles, en proportion variable selon l'époque de la végétation; la quantité maxima (tubercules au repos) ne dépasse guère 1 pour 1000 du poids de la plante fraîche. Elle semble migrer au printemps des parties souterraines vers les organes aériens en voie d'épanouissement.

» Nous avons étudié son action physiologique à l'aide d'un extrait alcoolique de fruits d'*Arum*, extrait riche en saponine et privé par ébullition de la base volatile signalée ci-dessous. Une réelle analogie existe entre les symptômes déterminés par l'injection de cet extrait et ceux que l'on observe après l'injection des sapotoxines : anesthésie locale, propriétés phlogogènes, phénomènes toxiques surtout du côté de la moelle, et présentant deux phases : la première d'excitation, avec agitation, tremblements musculaires, respiration accélérée, pouls plein et fréquent; la deuxième, de dépression puis de coma, avec disparition progressive de la sensibilité et de la motilité, ralentissement du rythme respiratoire et finalement arrêt du cœur et de la respiration. Cependant, les sapotoxines mises en contact avec les nerfs et avec les muscles striés en abolissent instantanément l'irritabilité, ce qui ne se produit pas avec l'extrait d'*Arum*, qui jouit d'ailleurs de propriétés toxiques bien moins accusées que les sapotoxines types, et dont l'action est presque nulle sur la contraction cardiaque.

» Tous les auteurs sont d'accord pour signaler, chez la plupart des Aroïdées, la présence d'un principe volatil facilement destructible, auquel ces plantes devraient, au moins en partie, leur âcreté. Ce principe, que personne n'était parvenu à caractériser, ni même à extraire en quantité appréciable, est un alcaloïde liquide qui se trouve dans tous les organes en quantité très faible (environ 0,005 pour 1000). Cette base volatile peut être isolée par les méthodes ordinaires.

» Après traitement de 100^{kg} environ de plantes fraîches, nous avons pu réunir 4^{gr} à 5^{gr} de base encore bien impure. Elle présente les caractères suivants : c'est un liquide brun, facilement altérable, très volatil, de saveur âcre, communiquant à toutes ses solutions une odeur spéciale et caractéristique d'urine de souris. Récemment isolée, elle produit des fumées par l'approche d'une baguette de verre imprégnée d'acide chlorhydrique; elle est peu soluble dans l'eau, soluble dans l'alcool, l'alcool amylique, l'éther, le chloroforme, l'éther de pétrole, la benzine; sa solution aqueuse est alcaline, elle se trouble par l'ébullition et se clarifie à nouveau par le refroidissement. Dissoute dans l'acide sulfurique étendu, elle donne avec l'iodure de potassium iodé un précipité brun et se trouble par l'iodure double de bismuth et de potassium.

» Cette base, dissoute dans l'éther de pétrole et évaporée sur un verre de montre imbibé d'acide chlorhydrique, donne un dépôt qui, à l'examen microscopique, se montre cristallisé en aiguilles facilement déliquescentes, à odeur de souris, solubles dans l'alcool; enfin, elle coagule l'albumine d'œuf; ce dernier phénomène est particulièrement net au microscope.

» Tous ces caractères correspondent à ceux de la conicine de ciguë; nous avons, du reste, effectué comparativement les mêmes réactions avec de la conicine vraie; elles se sont montrées identiques.

» L'alcaloïde d'*Arum* est toutefois moins actif que la conicine de ciguë, ce qui s'explique en admettant que notre base, bien que très analogue à la conicine vraie, n'est peut-être qu'un dérivé, un isomère, ou l'un des homologues supérieurs de cette base. Son action physiologique et sa toxicité sont de même nature, quoique plus faibles que celles de la conicine. De même que pour cette dernière, l'intoxication par la base d'*Arum*, par voie sous-cutanée, produit la paralysie immédiate du membre dans lequel elle est injectée, avec anesthésie au point d'inoculation, phénomène curarique, arrêt de la respiration. Portée dans la circulation générale, elle détermine la mort par paralysie musculaire et action sur le bulbe. A l'autopsie, les lésions des animaux qui succombent à l'intoxication par cet alcaloïde sont bien celles de l'intoxication par la conicine : sang noir et fluide, taches pétéchiales, congestion des méninges et des viscères.

» La présence dans un groupe végétal naturel, aussi éloigné des Ombellifères que celui des Aroïdées, d'un alcaloïde, sinon identique, au moins très voisin de la conicine, est d'un réel intérêt au point de vue de la Chimie végétale et de la Biologie générale. Si, dans certains groupes, l'identité des principes chimiques révèle des affinités dues à une communauté d'origine phylogénique, dans certains autres, cette identité n'est que le résultat d'une convergence physiologique entre types très éloignés.

» Un alcaloïde volatil, présentant les mêmes caractères que la base ci-dessus, existe dans les tubercules du *Caladium bulbosum* et d'*Amorphophallus Rivieri*, qui renferment également de la saponine.

» Nous n'avons pu mettre en évidence la présence de l'acide cyanhydrique, libre ou à l'état de combinaison, dans aucun organe des *Arum maculatum* et *italicum*, et d'*Arisarum vulgare*. La réaction du bleu de Prusse s'est toujours montrée négative et permet de conclure à l'absence, au moins en quantité appréciable (supérieure à 1^{mgr} par kilogramme de plantes), de cet acide dans les Aroïdées indigènes. Les symptômes de l'intoxication par les *Arum*, et les lésions constatées à l'autopsie, ne sont d'ailleurs en rien ceux que déterminent l'acide cyanhydrique ou ses composés [1]. »

---

(1) Travail des laboratoires des Travaux pratiques d'Histoire naturelle et de Chimie de la Faculté de Médecine de Paris.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Action des albumoses et des peptones en injections intravasculaires.* Note de M. **E. Fiquet**, présentée par M. Arm. Gautier.

« On admet généralement que les peptones et les albumoses, introduites directement dans la circulation, sont toxiques à des doses qui varient entre $0^{gr},30$ et $0^{gr},80$ par kilogramme d'animal. Nous pensons pouvoir démontrer dans ce travail que cette toxicité est due à la présence d'albumotoxines, de ptomaïnes, etc., dans les peptones ou albumoses insuffisamment purifiées.

» Pour obtenir les peptones pures, nous empruntons le procédé de M. Armand Gautier : après avoir obtenu les peptones ordinaires par action directe de la pepsine sur les matières albuminoïdes, en présence d'acide chlorhydrique affaibli, on dissout ces peptones brutes dans une petite quantité d'eau et l'on sature par le sulfate d'ammoniaque qui précipite les matières albuminoïdes, albumoses et albumotoxines; on ajoute alors la quantité d'alcool nécessaire pour amener le titre alcoolique de la liqueur à 68°-70° C.; un nouveau précipité se produit, il est rejeté comme le précédent. On évapore la liqueur au bain-marie pour chasser l'alcool et précipiter la plus grande partie du sulfate d'ammoniaque : on reprend par l'eau et l'on dialyse au dialyseur continu de M. A. Gautier pour enlever les principes cristallisables. La solution séparée de ses sels est additionnée d'une grande quantité d'alcool à 98°-99°; les peptones se précipitent sous forme d'un liquide sirupeux jaunâtre; les ptomaïnes ont dialysé ou restent en solution.

» Les albumoses obtenues par l'action du suc pancréatique sur la viande constituent, suivant Kühne, un mélange de quatre corps dont deux solubles dans l'eau et précipitables par le chlorure de sodium, les *protalbumoses* et les *deuteralbumoses*. C'est le mélange de ces deux produits, qui ont d'ailleurs des propriétés très voisines, que nous avons purifié. A cet effet, nous mettons à profit la solubilité de ces albumoses dans l'alcool à 50° C. On fait dissoudre ces albumoses dans une petite quantité d'eau de volume connu; on ajoute la quantité d'alcool nécessaire pour obtenir 50° C.; un précipité se produit, il est rejeté. On filtre et l'on ajoute alors à la liqueur claire la quantité d'alcool nécessaire pour obtenir le titre de 66°-88°. Dans ce liquide les peptones sont solubles et les albumoses insolubles.

» Les peptones et les albumoses sont considérées comme ayant la propriété d'entraver la coagulation du sang chez certains animaux, d'amener de la narcose, des tremblements des membres, de la dyspnée et la mort si la dose a été suffisante.

» Nous avons fait une série d'expériences avec des peptones et des albumoses que les procédés ci-dessus permettent d'obtenir dans un état de pureté très satisfaisant.

» Expériences avec les albumoses. — 1° 11 *avril* 1897. — Un lapin du poids de 1830gr a reçu en injection, dans les vaisseaux de l'oreille, durant l'espace de vingt jours, 15gr d'albumoses réparties de la façon suivante :

			Poids de l'animal.
11 avril.	2cc	de solution au tiers...........	1830gr
12 »	4	»	»
13 »	4	»	»
14 »	4	»	1990
27 »	2	»	»
28 »	6	»	2155
29 »	6	»	»
30 »	9	»	»
1er mai.	9	»	2225

» 5 *mai*. — Le même lapin reçoit, dans les mêmes conditions, en l'espace de trois heures, 20cc de solution d'albumoses au tiers, soit 3gr,64 par kilogramme d'animal. Son poids était de 2320gr.

» 2° 8 *mai*. — Un lapin pesant 1800gr, n'ayant encore servi à aucune expérience, a reçu en une seule fois, en injections intravasculaires, 42cc de solution d'albumoses au tiers, soit 7gr,7 par kilogramme d'animal.

» 3° 30 *mai*. — Deux lapins, pesant l'un 2200gr l'autre 2400gr, ont reçu, en injections intravasculaires, le premier 15cc de solution d'albumoses au tiers, l'autre 18cc.

» Du sang prélevé chez ces animaux au bout de vingt-deux minutes s'est coagulé en moins de deux minutes, comme le sang témoin.

» 1er *juin*, 4h45m. — Un autre lapin, pesant 2550gr, a reçu 20cc de solutions d'albumoses au tiers dans les mêmes conditions. A 5h15m, 3cc de sang ont été prélevés; la coagulation s'est faite en deux minutes.

» 2 *juin*. — Un lapin de 2440gr a reçu en injection dans les vaisseaux de l'oreille, en une seule fois (comme dans les expériences précédentes), 20cc de solution au tiers. Du sang prélevé en grande quantité par la section de l'artère carotide, au bout de trente minutes environ, s'est coagulé entre la première et la deuxième minute.

» Donc, 2gr,70 d'albumoses par kilogramme d'animal n'entravent pas la coagulation.

» Tous les lapins ayant servi aux expériences sur la non toxicité et la non coagulation, excepté le dernier, se portaient bien le lendemain et les jours suivants.

» 4° 30 *mai*. — Un chien pesant 7500gr a reçu en une seule fois, en injection dans la veine saphène, 65cc d'albumoses en solution au tiers, soit 22gr en tout, ou environ 3gr par kilogramme d'animal. Aucun trouble n'est survenu. Le lendemain et les jours suivants, son état de santé était très satisfaisant. L'animal avait reçu préalablement, en injection sous-cutanée, 1gr,50 de chloral hydraté et 0gr,01 de chlorhydrate de morphine.

» 5° Un autre chien pesant 11300gr a reçu, en injection dans la veine saphène, 95cc de

solution d'albumose au tiers avec le même succès que dans l'expérience précédente; l'animal n'avait pas été anesthésié. Ce chien avait donc supporté sans trouble $2^{gr},83$ d'albumose par kilogramme. Son sang était incoagulable.

» 6° 9 *juin*, $3^h 15^m$. — Un chien de 8^{kg}, non anesthésié, a reçu, en une seule injection dans la jugulaire externe, 90^{cc} de solution d'albumoses au tiers, soit $3^{gr},75$ par kilogramme d'animal. Température, quinze minutes après l'injection : 37°,2.

» Du sang prélevé par l'artère carotide à $3^h 31^m$, $3^h 37^m$, $3^h 44^m$, $3^h 50^m$, $3^h 55^m$, $4^h 1^m$, $4^h 12^m$, ne s'est coagulé que le 11 juin, vers 5^h, après avoir subi un commencement de putréfaction.

» 7° Nous rapporterons aussi l'expérience suivante qui semble contradictoire.

» 19 *juin*, 5^h. — Un chien de 7600^{kg} a reçu en injection dans la veine saphène, 152^{cc} d'albumoses au tiers, soit $6^{gr},58$ par kilogramme d'animal. Celui-ci a été trouvé mort le lendemain. Mais d'autres animaux semblables ont reçu des doses plus fortes sans manifester de troubles sérieux. Ce chien, au moment de l'expérience, était en pleine digestion et il avait déjà reçu quelques jours auparavant 32^{gr} d'albumoses en injection dans la saphène. A l'autopsie, nous avons trouvé un épanchement séreux dans la cavité péritonéale et de la congestion des viscères.

» *Aucun de ces animaux n'a jamais présenté de troubles sérieux, même immédiatement après l'expérience. Ceux dont nous n'avons pas signalé la mort sont encore bien portants dans notre laboratoire et la plupart ont augmenté de poids.*

» Expériences avec les peptones. — Nous avons fait avec les peptones des expériences analogues.

» 1° 11 *avril* 1897. — Un lapin du poids de 1990^{gr} a reçu en injection dans les vaisseaux de l'oreille, dans l'espace de vingt jours, 15^{gr} de peptones réparties de la façon suivante :

			Poids de l'animal.
11 avril.	2^{cc}	de solution au tiers	1990^{gr}
12 »	4	»	
13 »	4	»	
14 »	4	»	
27 »	2	»	
28 »	6	»	2115
29 »	6	»	
30 »	9	»	
1er mai.	9	»	2175

» 5 *mai*. — Le même lapin a reçu dans les mêmes conditions, et dans l'espace de trois heures, 20^{cc} de solution de peptone au tiers, soit $2^{gr},64$ par kilogramme d'animal. Son poids était monté à 2490^{gr}.

» 2° 7 *mai*. — Un lapin pesant 1670^{gr}, n'ayant encore servi à aucune expérience, a reçu en une fois, en injection intravasculaire, 42^{cc} de peptone au tiers, soit $8^{gr},4$ par kilogramme d'animal. L'injection terminée, l'animal n'a ressenti aucun malaise, l'état général était très bon. Pas de fièvre, un peu d'hypothermie seulement immédiatement après l'injection. Les jours suivants, il se portait bien, ainsi que les lapins des expériences précédentes.

» 3° 20^{cc} de solution de peptone au tiers ont été injectés à un lapin. Vingt minutes après, le lapin a été sacrifié; son sang a coagulé dès les premières minutes.

» 4° 10 *juin*, 4^{h}40^m. — Un chien de 10^{kg} a reçu, en injection dans la jugulaire externe, 100^{cc} de solution de peptone au tiers. Immédiatement après l'injection, la pression artérielle prise dans la carotide était de 20^{cm}. Des prises de sang ont été faites à 4^{h}50^m, 4^{h}57^m, 5^{h}7^m, 5^{h}15^m. Ce sang a coagulé en moins de trois minutes.

Température après l'expérience	38°,4
Pression artérielle	10^{cm}

» Pas de narcose sensible; le chien, aussitôt après le pansement, à 5^{h}30^m, s'est mis à courir et à jouer.

» Comme contrôle et confirmation de ces expériences, nous avons injecté à un lapin les portions des peptones brutes éliminées par nous dans les préparations que nous leur avons fait subir pour purification. 2^{cc} de solution au tiers de ce produit ont été injectés dans les vaisseaux de l'oreille d'un lapin, le lendemain une escarre s'était produite, le surlendemain de la suppuration, puis des infarctus et des symptômes fébriles.

» Nous poursuivons ces expériences [1]. »

MINÉRALOGIE. — *Sur les relations de certains gisements de plomb carbonaté avec des grottes et d'anciens lits de rivières souterraines*. Note de M. **De Launay**, présentée par M. Michel-Lévy.

« Parmi les phénomènes d'altération superficielle et de remise en mouvement des gîtes métallifères que nous avons étudiés d'une façon générale dans une Communication antérieure [2], il n'en est peut-être pas de plus nets et qui aient donné lieu à des résultats plus curieux que ceux relatifs aux gisements de plomb sulfuré, encaissés dans les terrains calcaires et transformés superficiellement en plomb carbonaté. La difficulté relative avec laquelle s'est opérée cette altération, par suite du peu de solubilité du sulfate de plomb, a eu, en effet, pour conséquence la conservation, même dans les parties les plus métamorphisées du gîte, de fragments de galène intacts montrant de la manière la plus claire l'origine première des carbonates voisins.

» Les gisements industriels de cérusite sont assez nombreux, bien que

(1) Laboratoire de M. Armand Gautier, Faculté de Médecine de Paris.

(2) Séance du 22 mars 1897. Ces idées seront développées prochainement dans les *Annales des Mines*.

la plupart des Ouvrages sur les gîtes métallifères les aient passés sous silence; mais nous n'examinerons ici que ceux où la circulation des eaux souterraines dans les calcaires, cause première de l'altération des sulfures, a été assez notable et assez prolongée au voisinage des gisements pour creuser de véritables grottes, dans lesquelles a pu se redéposer ensuite du carbonate de plomb, soit à l'état de précipité chimique en enduits sur les parois, soit, plus souvent, à l'état de dépôt sédimentaire plus ou moins stratifié sur le sol.

» Les phénomènes spéléologiques ne sont pas spéciaux aux contrées de gîtes plombifères, et l'on en retrouve fréquemment l'équivalent auprès des amas calaminaires, notamment au Laurium (en Grèce), aux Malines (dans le Gard), ou même le long de certains amas de carbonate de fer, par exemple à Rancié; mais, dans tous les cas, il nous semble qu'on en a tiré des conclusions tout à fait inexactes quand on en a conclu l'âge extrêmement récent de l'ensemble des gisements métallifères considérés et leur formation par *descensum*, en se fondant sur ce que ces dépôts, purement secondaires et de remise en mouvement dans les grottes, englobaient des ossements d'animaux actuels, et c'est ce que l'examen des quelques gîtes de plomb carbonaté, que nous allons rapprocher les uns des autres, nous paraît particulièrement bien démontrer.

» A Eureka (Nevada) on a exploité, dans une zone de broyage en forme de prisme triangulaire coincée entre deux failles, des amas de carbonate de plomb argentifère et aurifère disposés dans un calcaire dolomitique.

» Ces amas, provenant de sulfures : galène, blende, pyrite, mispickel, etc., rencontrés en profondeur, présentaient, au-dessus du niveau hydrostatique : cérusite, anglésite, galène, mimétèse et wulfénite [1], avec du fer hydroxydé formant la masse de la gangue et une proportion relativement forte d'argent et d'or.

» On a observé fréquemment à Eureka, à la partie supérieure d'un grand amas de carbonate de plomb, une cavité ouverte renfermant un lit de sable et de galets, au-dessus de minerais remaniés; ceux-ci ont subi une véritable sédimentation, et seulement, à une certaine profondeur, ils passent au minerai inaltéré. D'autre part, les sels de plomb ont visiblement pénétré par substitution dans le calcaire, dont ils conservent souvent la structure. On a là, sans conteste, des gîtes antérieurs au creusement des grottes, qui, produit par la circulation des eaux souterraines, a accompagné la remise en mouvement des minerais.

» A Leadville (Colorado), à environ 3000^m d'altitude, les carbonates de plomb

---

[1] On peut noter en passant combien se sont concentrées, par cette altération superficielle, des substances, telles que le phosphore, l'arsenic, l'antimoine, le molybdène, etc., qui semblent disparaître quand on s'enfonce.

argentifères et aurifères, accompagnés d'hématite, constituant un des gîtes de plomb et d'argent les plus importants du monde, se trouvent, en général, sous des microgranulites qui forment un toit continu et homogène, dans des calcaires irrégulièrement corrodés et entamés par les eaux suivant les plans de joint et les cassures préexistantes qu'elles ont agrandies. Outre le carbonate de plomb et la galène, les minerais y renferment de l'anglésite, de la pyromorphite, du sulfate de fer, des chlorures, chlorobromure, etc... d'argent, des silicates de fer et de manganèse, de la barytine, de la strontianite, etc.

» Là encore on a affaire à la remise en mouvement, par des eaux superficielles, de gîtes sulfurés retrouvés en profondeur et qui avait dû déjà choisir, comme chenal d'intrusion, le plan de plus facile pénétration situé au contact des deux terrains d'inégale résistance.

» A Mineral-Point (Wisconsin), on a signalé une grotte où des os d'Éléphant et de Chauve-Souris avaient été trouvés imprégnés de galène et cérusite et reposant sur un dépôt sableux qui prouvait que le creusement de la grotte avait été antérieur à l'apport et à la sédimentation de ces minerais.

» Enfin, à Bulgar Dagh (*Taurus cilicien*), d'après une obligeante Communication inédite de M. Brisse, des phénomènes semblables ont pris un développement extraordinaire entre 2000^{m} et 2400^{m} d'altitude. Là, comme à Leadville, les gisements sulfurés primitifs se sont déposés au contact de calcaires et de filons-couches de porphyres à quartz globulaire, intercalés dans les calcaires; mais, postérieurement, ils ont été modifiés et déplacés par la circulation de véritables rivières souterraines qu'un changement (très fréquemment constaté dans les recherches spéléologiques) de régime hydrographique a fait aujourd'hui disparaître, et il en est résulté, sur l'ancien parcours des eaux, des successions de grottes béantes où, parfois, se sont stratifiées des couches de minerai apporté mécaniquement et oxydé.

» Certaines de ces grottes, qui paraissent présenter une remarquable analogie avec celles d'Eureka, ont, sur les voûtes, des revêtements de stalactites calcaires et, sur le sol, un dépôt boueux ou sableux composant des couches de carbonate de plomb avec oxyde de fer jaunâtre, rougeâtre, verdâtre, noirâtre, etc.; en profondeur, on rencontre parfois d'importants dépôts de carbonate de plomb, produits par place par l'altération de la galène.

» Ailleurs on trouve, au-dessus des carbonates stratifiés, un revêtement stalagmitique de carbonate de chaux.

» Parfois même on arrive à cette conclusion que les rivières souterraines ont dû couler à niveau plein; car, au lieu d'offrir les formes habituelles de stalactites, le revêtement du toit des galeries est formé d'aiguilles et de gerbes entrelacées, ayant l'aspect du produit d'une cristallisation opérée lentement dans un liquide au repos.

» Dans tous ces exemples, et dans nombre d'autres relatifs à des gîtes carbonatés de plomb, de zinc ou de fer que nous pourrions en rapprocher, on constate d'ailleurs, en s'enfonçant au-dessous du niveau hydrostatique ou en pénétrant dans l'intérieur du massif montagneux contenant ces gisements, que la proportion des sulfures augmente et, tout particulièrement,

celle de la galène qui est généralement le minerai sulfuré ayant le mieux résisté à l'altération; et, comme, d'autre part, le creusement des grottes voisines rentre dans une série de phénomènes dus à la circulation des eaux souterraines, sur l'origine et le mode d'action desquels les travaux de M. Martel ne laissent plus de doutes, on a là une preuve très manifeste des modifications considérables que des gîtes métallifères ont pu, très longtemps après leur dépôt, subir par altération superficielle et par remise en mouvement. »

GÉOLOGIE. — *Caractéristiques du charbon humique de Broxburn, près Bathgate (Écosse).* Note de M. **C.-Eg. Bertrand.**

« Les caractéristiques du charbon désigné sous le nom de *Brown oilshale curley or contorted variety* dans la région de Broxburn sont les suivantes :

» 1. L'accumulation de matière organique qui a produit le Brown oilshale résulte d'un dépôt plus abondant de la gelée brune fondamentale, qui forme la trame ordinaire des schistes organiques. Le rôle de cette gelée humique n'étant masquée par aucun autre fait, cette roche réalise l'état le plus simple d'un charbon organique. Elle doit être rangée parmi les charbons humiques. Elle peut servir de type à cette classe de charbons.

» 2. Le Brown oilshale de Broxburn est de la gelée brune, solidifiée, chargée de matières minérales tardivement individualisées. Bien que cette charge soit considérable, puisqu'elle s'élève à 67,18 pour 100, optiquement la matière minérale reste complètement subordonnée à la gelée organique : la roche conserve ainsi la caractéristique essentielle des charbons. Les spores, les grains de pollen, les menus débris végétaux humifiés et les corps flottés n'interviennent que pour une proportion inférieure à 0,001. Les fleurs d'eau sont représentées par quelques thalles d'*Epipolaïa Bowveri*. Je n'ai rencontré que de loin en loin une écaille ou un fragment d'os. Le bitume qui imprègne la roche est peu coloré et peu condensé. Elle ne contient aucune parcelle minérale clastique.

» 3. Les corps jaunes de ce charbon sont d'une part certaines zones de la gelée fondamentale et d'autre part des corps figurés. Parmi ceux-ci, certains sont d'origine cellulosique comme les spores, d'autres sont de nature gélosique comme les thalles d'*Epipolaïa*, les troisièmes sont de nature osseuse ou cartilagineuse comme les écailles ganoïdes et les fragments squelettiques.

» 4. La gelée fondamentale est hétérogène zonée, finement stratifiée. La gelée brune ordinaire des schistes organiques est mêlée ici d'une proportion variable de matière jaune qui faisait prise comme la gelée brune et qui acquérait par degré tous ses caractères. C'est de la gelée brune à un état d'humification moins avancé. La gelée brune et la gelée jaune sont déposées en lits. La gelée brune est plus chargée de menus débris et de corps bactériformes que la gelée jaune. Elle est également beaucoup plus chargée en cristaux. Elle a localisé l'argile plus fortement que la gelée jaune. Même dans les points où elle est le plus colorée, la charge de la gelée rousse en bactérioïdes est ici extrêmement faible par rapport à ce qu'elle est dans les autres charbons. La coloration de la gelée est très faible. Sa réfringence est un peu inférieure à celle des corps cellulosiques qu'elle contient. La réfringence des parties jaunes est plus forte que celle des parties rousses. La consistance de la gelée fondamentale au moment du dépôt était déjà forte, car les corps qu'elle contient y sont incomplètement affaissés. La consistance des lits jaunes était plus forte que celle des bandes rousses.

» 5. Pendant son premier retrait la gelée fondamentale s'est contractée massivement avec tendance à décoller les lames jaunes des bandes rousses là ou l'opposition des deux états de la gelée était le plus accusé. Quand la gelée s'est rompue, elle a été découpée en massifs par de grandes fentes très obliques. Les massifs ont glissé les uns sur les autres sans s'érafler ou s'écraser. Ce travail s'est fait sous l'eau, les seules forces agissantes étant le retrait et la pesanteur relative. Par suite des déplacements qui se sont produits dans sa masse une section verticale du charbon de Broxburn montre toutes les figures de plissements et de glissements qu'on peut observer dans un système de couches sédimentaires. Le fond des fentes demeurées entr'ouvertes est comblé par du bitume. La gelée fondamentale était encore parfaitement plastique lors de ces glissements.

» 6. Les corps bactériformes de la gelée fondamentale sont des sphérules simples ou couplés en diplocoques de $0^{\mu},5$ à $0^{\mu},8$ de diamètre. Il y a quelques bâtonnets bacilloïdes de $2^{\mu},5$ à $4^{\mu},6$ sur $0^{\mu},8$. Les corps en bâtonnets et en diplocoques sont couchés à plat. Les corps coccoïdes ont l'aspect de spores de bactéries, mais cet aspect est aussi celui sous lequel se présentent de très fines inclusions. A part leur forme, l'aspect des bacilloïdes est celui des coccoïdes. Les plus gros bacilloïdes contiennent des cristaux. J'ai trouvé les corps bactérioïdes dans un très grand état de pureté sur la surface muqueuse des thalles d'*Épipolaïa*. Ces corps sont forte-

ment individualisés par rapport à la gelée fondamentale. Ils s'en séparent par la taille. On les voit isolés dans les cristaux tardifs.

» 7. Les corps enfermés dans la gelée fondamentale ont tous agi comme corps durs par rapport à celle-ci. Près d'une écaille ganoïde la contraction verticale de la gelée a été trouvée de 2,5. Ce nombre n'indique que la contraction relative de la gelée par rapport à l'écaille.

» 8. Il a été reconnu sept espèces de spores, dont cinq proviennent de Cryptogames vasculaires. Il n'a pas été possible de reconnaître si le pollen provenait d'une ou de plusieurs espèces végétales.

» 9. Les menus débris végétaux humifiés sont très fragmentaires : ce sont des lambeaux de parois, la plupart colorés en brun noir. Ils ne sont pas affaissés; leurs cavités sont comblées par du bitume. J'ai observé quelques lambeaux cuticulaires.

» 10. Il n'y a ni Diatomées, ni spicules de spongiaires, ni coquilles d'ostracodes, ni coprolithes. Les canalicules osseux des écailles ganoïdes ne contiennent pas de bactéries, leur plaque d'émail n'est pas taraudée.

» 11. La pénétration du bitume a été tardive, elle s'est faite par une sorte de filtration générale.

» 12. Les cristaux d'argile, tardivement individualisés, sont très petits et placés horizontalement dans les lits jaunes. Ils sont beaucoup plus nombreux, plus gros et dressés dans la gelée rousse. Parmi les matières minérales tardives, la plus importante est la pyrite qui est uniformément répartie en petits cristaux à travers toute la masse. Près de quelques fissures elle est plus abondante et forme des traînées.

» 13. Le Brown oilshale de Broxburn se présente sous l'aspect d'écailles schisteuses à surface noire vernissée. Leur section verticale faite à l'émeri est brun clair, stratifiée, mais à stratification disloquée. »

PALÉONTOLOGIE. — *Classification et phylogénie des Goniatites.* Note de M. **Émile Haug**, présentée par M. Albert Gaudry.

« Les anciennes classifications des Goniatites, proposées par Beyrich et les frères Sandberger, sont basées exclusivement sur les caractères de la cloison; il en est de même de la classification plus récente de M. Hyatt. Les groupes et les familles de ces auteurs constituent des subdivisions hétérogènes, réunissant des formes qui se trouvent dans le même stade de développement, mais appartiennent à des séries parallèles, issues de souches différentes.

» L'étude de l'évolution individuelle ayant fourni, en ce qui concerne

les Ammonites jurassiques, des résultats très satisfaisants sur la filiation des genres, j'ai pensé qu'il y avait lieu d'appliquer la même méthode ontogénique aux Ammonoïdés paléozoïques et mes recherches m'ont permis de reconnaître plusieurs types d'enroulement qui se retrouvent d'une manière constante dans les stades jeunes de toutes les Goniatites et qui persistent souvent jusque dans l'adulte. Chacun de ces types caractérise un groupe naturel, un *phylum*, dans chacun desquels la forme du péristome, le développement du goulot siphonal, la plus ou moins grande complication des cloisons suivent une évolution parallèle. Le caractère du mode d'enroulement est en corrélation avec un caractère de premier ordre, celui de la longueur de la loge d'habitation, dont la valeur a été établie, il y a plus de trente ans, par M. Suess, tandis qu'il est entièrement négligé dans la classification de M. Hyatt. M. E. von Mojsisovics lui a assigné un rôle très important dans la classification des Ammonites du Trias, mais il l'a subordonné aux caractères de l'ornementation. Je propose de le remettre au premier plan et j'établis dans les Ammonoïdés paléozoïques deux grandes subdivisions, comprenant chacune plusieurs phylums distincts et caractérisées: la première, par une loge d'habitation très longue; la seconde, par une loge d'habitation courte. Les genres *Anarcestes* Mojs. et *Aphyllites* Mojs. (*Agoniatites* Meek) ont précisément été basés par M. E. von Mojsisovics sur ce même caractère et ils constituent les chefs de file des deux subdivisions.

A. *Goniatites à loge d'habitation longue* (*1 tour à 1 $\frac{1}{2}$ tour*).

» Dans le PHYLUM DES ANARCESTIDÉS, partant du genre ANARCESTES, où il n'existe qu'une seule selle latérale (« selle externe » des auteurs), on s'élève successivement à des genres dans lesquels les cloisons présentent une complication croissante, mais qui conservent la section semi-lunaire des tours et l'accroissement lent du genre initial. PARODOCERAS Hyatt (*P. curvispina* Sandb., *globosum* Münst.) est caractérisé par l'apparition, au-dessus de l'ombilic, d'une deuxième selle très large; dans MENECERAS Hyatt, la première selle se divise en deux selles secondaires inégales, qui s'égalisent et s'individualisent dans SPORADOCERAS Hyatt, et dont la première se divise à son tour en deux selles secondaires dans *Goniatites hercynicus* Gümb. Tandis que, dans les genres précédents, la différenciation porte sur la première selle et que la deuxième reste intacte, dans DIMEROCERAS Hyatt, cette dernière est divisée en deux parties par un deuxième lobe latéral. Enfin, dans PHARCICERAS Hyatt, qui présente jusqu'à cinq selles latérales, la différenciation de la suture paraît avoir porté à la fois sur la première et sur la deuxième selle. En même temps que la partie externe de la cloison se complique graduellement, un lobe latéral interne apparaît de chaque côté du lobe interne médian; chez *Parodoceras* ce caractère n'existe pas encore, mais il se rencontre chez PRIONOCERAS Hyatt (*Pr. lineare* Münst., *Belvalianum* Kon.), qui, par la partie externe de la cloison, ne diffère en rien de *Parodoceras* et appartient

certainement, par la longueur de sa loge d'habitation et la section semi-lunaire de ses tours, au phylum des Anarcestidés.

» Le PHYLUM DES GLYPHIOCÉRATIDÉS est caractérisé par l'apparition d'une selle médiane, qui divise le lobe externe, entier chez les Anarcestidés, en deux branches; il dérive certainement d'*Anarcestes,* soit directement, soit par l'intermédiaire de *Parodoceras* et de *Prionoceras,* et possède, en commun avec le phylum des Anarcestidés, la grande longueur de la loge d'habitation, qui dépasse un tour de spire, et — au moins dans le jeune âge — la section semi-lunaire des tours. Le genre GLYPHIOCERAS Hyatt comprend des formes qui, dans le jeune âge, sont très ornées et présentent des tours très peu embrassants, à section trapézoïdale, tandis que, dans l'adulte, leur ornementation s'atténue, en même temps que les tours deviennent plus embrassants et prennent une section ovale.

» Il semble que *Glyphioceras* ait évolué dans trois directions différentes, donnant naissance aux genres GONIATITES Mart. s. str., dans lequel le stade des jeunes *Glyphioceras* se trouve supprimé et dont les représentants ont, dès le jeune âge, une forme globuleuse; PERICYCLUS Mojs., caractérisé par la prédominance de l'ornementation transversale et par la division en deux parties de la deuxième selle latérale; GASTRIOCERAS Hyatt, enfin, dans lequel la selle médiane atteint une grande hauteur, en même temps que la première selle latérale s'étrangle légèrement à la base et que l'unique lobe latéral prend une forme acuminée.

» *Gastrioceras* est le premier terme d'une série progressive caractérisée par l'augmentation graduelle du nombre des selles latérales, aux dépens de la large deuxième selle. Cette deuxième selle est encore entière chez *Gastrioceras;* elle est divisée, chez PARALEGOCERAS Hyatt, en deux parties, dont la première est étroite et semblable à la deuxième selle de *Gastrioceras;* la troisième selle se dédouble à son tour chez AGATHICERAS Gemm., qui possède trois selles étroites et une selle large dans le voisinage de l'ombilic; enfin, dans ADRIANITES Gemm., ce dernier élément se subdivise encore; de sorte qu'il y a maintenant jusqu'à sept selles latérales dans la partie extérieure de la cloison.

B. *Goniatites à loge d'habitation courte* ($\frac{1}{2}$ *à* 1 *tour*).

» Le PHYLUM DES AGONIATITIDÉS comprend des genres caractérisés par une loge d'habitation très courte, d'une longueur variant entre $\frac{1}{2}$ et $\frac{3}{4}$ de tour, et par des tours aplatis, s'accroissant rapidement et présentant une section plus ou moins ogivale. L'évolution de la cloison suit un développement parallèle à celui de la cloison des Anarcestidés. Le terme AGONIATITES correspond au terme *Anarcestes;* TORNOCERAS Hyatt (*Torn. discoideum* Hall, *simplex* Buch) correspond à *Parodoceras;* AGANIDES Montf. (*Brancoceras* Hyatt non Steinm.), à *Prionoceras.* On ne connaît pas, dans le phylum des Agoniatitidés, de genres correspondant à *Meneceras,* à *Sporadoceras,* à *Pharciceras.* En revanche, le genre MUNSTEROCERAS Hyatt (*M. parallelum* Hall) correspond à *Glyphioceras* et présente comme lui une selle médiane qui divise le lobe externe en deux branches; il semble donner naissance à une série, comprenant les genres DIMORPHOCERAS Hyatt, THALASSOCERAS Gemm. et USSURIA Diener, et caractérisée par une progression dans le degré de découpure des lobes et des selles.

» C'est dans le voisinage du phylum des Anarcestidés qu'il convient peut-être de

placer un phylum indépendant, étudié avec beaucoup de succès par M. Karpinsky et comprenant plusieurs genres à loge d'habitation courte ($\frac{2}{3}$ à $\frac{3}{4}$ de tour) et à lobes dicranidiens, qui, dans le jeune âge, traversent tous un stade indiquant leur descendance du genre IBERGICERAS (*I. tetragonum* A. Rœm.), caractérisé par la section rectangulaire de ses tours.

» Tous les types de Goniatites que j'ai passés en revue jusqu'ici possèdent un lobe externe médian simple ou peuvent être ramenés sans difficulté à un type initial présentant ce caractère. Il n'en est pas de même du PHYLUM DES GÉPHYROCÉRATIDÉS, l'ancien groupe des *Primordiales*, dont les plus anciens représentants sont tous pourvus d'un lobe externe divisé en deux branches par une selle médiane très développée. Dans le genre GEPHYROCERAS Hyatt (*G. calculiforme* Beyr.), ce lobe externe est accompagné d'une très grande selle latérale unique, à laquelle fait suite un lobe latéral unique. Les tours possèdent, dès le jeune âge, une section presque circulaire et s'accroissent d'abord très lentement; ils prennent ensuite une section ovale et s'accroissent plus rapidement. Dans le genre TIMANITES Mojs., une seconde selle latérale et un second lobe naissent en dehors de l'ombilic; en même temps, les tours ont une tendance à s'aplatir et la partie externe devient quelquefois tranchante. *Gephyroceras* semble avoir donné naissance au genre NOMISMOCERAS Hyatt, et c'est probablement aussi à un rameau latéral des Géphyrocératidés qu'il convient de rattacher le genre BELOCERAS Hyatt.

» En résumé, les Goniatites peuvent être groupées en plusieurs phylums indépendants, caractérisés chacun par un mode d'enroulement particulier et dans chacun desquels l'évolution de la cloison suit une marche progressive parallèle, si bien que l'examen du stade de développement auquel se trouve une espèce d'un phylum donné permet souvent de déterminer le niveau du Dévonien ou du Carbonifère auquel appartient cette espèce.

» Plusieurs phylums apparaissent brusquement dès le début du Dévonien, mais il est vraisemblable, comme l'a admis M. Hyatt, que leur forme ancestrale commune était voisine du genre *Gyroceras* H. v. Meyer (*Mimoceras* Hyatt), le type le plus primitif des Ammonoïdés. »

PALÉONTOLOGIE. — *Sur les Dicératinés du Tithonique coralligène des Cévennes et du Dauphiné*. Note de MM. **V. Paquier** et **F. Roman** (¹), présentée par M. Albert Gaudry.

« Jusqu'à ce jour on avait, sous la désignation d'*Heterodiceras Luci*, Defr. sp., confondu toutes les formes de Dicératinés du Tithonique coral-

(¹) Dans cette Note, la partie paléontologique est de M. Paquier et les indications stratigraphiques, pour les Cévennes, sont dues à M. Roman.

ligène de l'Échaillon (Isère), des gisements du Gard et de l'Hérault. A l'aide des séries recueillies au bois de Monnier et à la Serrane (Gard), ainsi qu'à Murles, près Montpellier, par MM. Collot, Jeanjean et par nous-mêmes, il nous a été possible de préciser à la fois les déterminations de ces Chamidés et leur répartition.

» Contrairement à ce que l'on avait annoncé, *Heterodiceras Luci*, Defr. sp., n'existe qu'à l'état d'extrême rareté dans le gisement de Murles qui est d'âge tithonique inférieur ([1]). Sur vingt-deux exemplaires de Dicératinés en provenant, nous avons rencontré vingt et un *Diceras Beyrichi*, var. *communis* Bœhm, forme fréquente à Stramberg, parfaitement reconnaissable à la large impression musculaire de la lame myophore postérieure de la valve α, ainsi qu'à l'allongement transversal de la dent antérieure. Une seule valve β, incomplète, doit, à cause de l'absence de lames myophores, être rapportée à *Heterodiceras Luci*.

» Au bois de Monnier, près Saint-Hippolyte-du-Fort (Gard), les calcaires blancs qui affleurent sur une grande surface, immédiatement recouverts par les calcaires berriasiens à *Hoplites occitanicus*, Pict. sp., sont d'âge tithonique supérieur et c'est *Heterodiceras Luci*, Defr. sp., qui domine; on y rencontre surtout la variété *communis* Bœhm et aussi la variété *ovalis* Bœhm. Avec ces formes, dans les bancs supérieurs, l'un de nous a recueilli une valve β de *Diceras Beyrichi*, var. *porrecta* Bœhm. Cette association est celle de l'Échaillon où *H. Luci* est représenté par ses variétés *communis* et *mirabilis* Bœhm. Enfin, les énormes Dicératidés conservés dans les collections de la Faculté des Sciences de Grenoble, considérés à tort comme *Heterodiceras Luci*, se rapportent tout à fait à *Diceras Beyrichi*, var. *porrecta* Bœhm. Ils proviennent du niveau supérieur du calcaire blanc jurassique et leur présence dans ces assises complète le parallélisme avec le bois de Monnier.

» Dans les gisements du Tithonique supérieur coralligène du Gard (Monnier, La Serrane), existent, à côté des Dicératidés, deux curieux types cantonnés dans les bancs supérieurs, et qui, par leurs caractères, s'éloignent beaucoup des *Diceras* pour prendre place à côté des *Requienies* (*sensu lato*).

» Le premier d'entre eux, qui peut être considéré comme un précurseur des *Matheronia*, se rapproche de ce genre par l'aspect de sa valve supérieure, operculiforme;

([1]) En effet, on y rencontre *Perisphinctes contiguus*, Cort. sp., forme caractéristique de ce niveau; de même, le bois de Monnier renferme *Hoplites microcanthus*, Opp. sp., espèce du Tithonique supérieur. — (F. Roman)

la valve inférieure, par sa forme générale, complète assez cette analogie. Le test, tout à fait pareil à celui des Réquienies, moutre une épaisse couche externe, fibreuse, brun jaunâtre. Les caractères internes confirment le rapprochement indiqué plus haut. A la valve inférieure les muscles s'inséraient directement sur la paroi de la coquille; la charnière, quoique plus développée que chez les *Matheronia*, l'est cependant moins que chez les *Heterodiceras* et établit, tant par ses dimensions intermédiaires que par ses caractères mixtes, le passage entre les deux genres. On y observe une large et profonde fossette cardinale postérieure, comme chez *Heterodiceras*, puis une dent médiane assez forte, délimitant la fossette antérieure encore assez marquée. A la valve supérieure, la dent antérieure est petite et la fossette médiane relativement assez développée; quant à la dent postérieure, plus puissante que chez *Matheronia*, elle se déverse déjà suffisamment pour dépasser le bord postérieur de la valve.

» D'après ces caractères, cette forme représente un type archaïque de *Matheronia* qui aurait conservé, dans son appareil cardinal, certains caractères d'*Heterodiceras* confirmant l'hypothèse dans laquelle M. Douvillé faisait dériver *Matheronia* d'*Heterodiceras*.

» Le second type possède une valve inférieure comprimée, dont le crochet est bien plus développé que dans la forme précédemment décrite. Son apparence rappelle celle des *Toucasia*, et cette ressemblance est complétée par la forme de la valve libre qui est carénée et déjetée du côté postérieur. A la valve inférieure, le muscle antérieur s'insérait directement sur la face interne du test, mais l'impression postérieure est, au contraire, délimitée dans sa région antérieure par un cordon saillant de section obtuse qui se présente avec tous les caractères d'une lame myophore rudimentaire, dont le trajet est d'ailleurs indiqué à l'extérieur par une dépression longitudinale comme chez les *Toucasia*. La charnière se compose d'un plancher assez développé, d'une cavité cardinale postérieure et d'une dent médiane, de dimension moyenne, délimitant la fossette antérieure. A la valve supérieure, le muscle antérieur s'insère sur une surface légèrement convexe, l'impression postérieure prolonge vers l'avant la dent cardinale et surplombe considérablement le cavité umbonale dans toute sa longueur. Tel qu'il vient d'être décrit, ce fossile diffère totalement de *Heterodiceras*, notamment par la position des impressions musculaires de la valve β; d'autre part, il ne saurait davantage être placé à côté des *Matheronia*, à cause de la forme déversée de sa valve supérieure et de la présence d'une lame myophore postérieure à la valve inférieure.

» Si, maintenant, on prend en considération l'existence de cette même lame et la forme générale de la coquille, un rapprochement avec les *Toucasia* semble indiqué.

» Les conclusions énoncées dans ce qui précède peuvent être résumées comme suit :

» Dans le Tithonique inférieur, c'est *Diceras Beyrichi*, var. *communis* Bœhm, qui domine; *Heterodiceras Luci*, Defr. sp., ne s'y rencontre que très rarement.

» Dans le Tithonique supérieur, c'est au contraire *H. Luci* qui abonde, *D. Beyrichi* est alors représenté par sa forme géante *D. Beyrichi*, var. *porrecta* Boehm.

» Avec *H. Luci*, on trouve, dans le Tithonique supérieur du Gard, deux *Dicératinés* à test fibreux extérieurement, dont l'un, à valve supérieure operculiforme, doit être rapproché des *Matheronia* dont il représente un précurseur, tandis que l'autre, à crochet plus développé et à valve supérieure surélevée et déjetée, rappelle les *Toucasia*, tant par son aspect extérieur que par la lame myophore postérieure de sa valve inférieure. »

GÉOLOGIE. — *Sur la Cueva del Drach (Grotte du Dragon) dans l'île Majorque.* Note de M. **E.-A. Martel**, présentée par M. Albert Gaudry.

« Du 9 au 13 septembre 1896, sous les auspices de S. A. I. l'Archiduc Louis Salvator d'Autriche, et avec MM. de los Herreros, Moragues et L. Armand, j'ai fait dans la *Cueva del Drach* (à 12^{km} est de Manacor, île Majorque), des recherches qui en ont porté l'étendue de 800^{m} à 2^{km}, révélé un des plus grands lacs souterrains connus (*lago Miramar*, longueur 177^{m}, largeur 30^{m} à 40^{m}, profondeur 4^{m} à 9^{m}) et fourni les résultats suivants :

» I. *Géologie.* — La grotte est dans le calcaire miocène à *Clypeaster :* je ne connais aucune caverne aussi vaste parmi les terrains tertiaires.

» II. *Topographie.* — Elle s'ouvre entre la mer et la baie de Porto-Cristo, par une voûte effondrée, sous un plateau de 20^{m} à 22^{m} d'altitude. Ses parties inférieures, au niveau de la mer, sont toutes, sauf une, occupées par des lacs ou bassins d'eau stagnante.

» III. *Hydrographie.* — Il n'y a aucune trace de rivière souterraine. Toute l'eau du plus grand lac est salée et a donné : extrait sec par litre, $10^{gr},550$; chlore, $5^{gr},515$, « ce qui correspond approximativement à un » mélange de 1 partie d'eau de mer et 3 parties d'eau douce [1], ayant » apporté environ $0^{gr},500$ de carbonate de chaux pour 1^{lit} de mélange » (analyse de l'École des Mines).

» Le sable blanc de la grotte est salé aussi :

	gr
Carbonate de chaux	99,18
Silice	0,45
Chlorure de sodium	0,37
	100,00

[1] La Méditerranée contient en moyenne 43^{gr} à 44^{gr} pour 1^{kg} de matières salines; la mer Noire, 17^{gr} à 18^{gr} seulement, etc.

» On avait déjà remarqué que le niveau des petits lacs subit des variations de quelques décimètres, conformes aux oscillations de la Méditerranée et subordonnées au régime des vents.

» La caverne du Dragon est donc une grotte *marine*, unique par ses dimensions, en Europe tout au moins.

» Nous avons reconnu deux points d'accès possible pour la mer, indépendamment des étroites crevasses des falaises.

» Le premier est la grotte aux Colombes, qui a une ouverture de 40^m de largeur et 10^m de hauteur, mais qui, au bout de 50^m, devient un simple couloir étroit, ne laissant plus passer l'homme, mais seulement les flots, quand la mer est grosse. La grotte du Dragon est distante d'au moins 400^m. Sous la voûte de la *Cova des Coloms*, un grand *gour* calcaire sinueux, long de 25^m, pareil à ceux que l'on trouve dans les cavernes à niveau d'eau variable, prouve qu'après les tempêtes les eaux de la grotte du Dragon refluent au dehors par la grotte des Colombes; mélangées sous terre à l'eau douce d'infiltration, elles ont échangé leur sel contre son carbonate de chaux : celui-ci se dépose et accroît le gour, qui est le corollaire de la salure des lacs de la grande grotte.

» L'autre point est une source sous-marine à 700^m à l'ouest de la Cova des Coloms, beaucoup moins salée et plus froide que la mer (en été du moins) : à 1^m sous l'eau 20°5, la Méditerranée étant à 24° C.

» Cette source doit être un échappement du lac Miramar.

» Par une mer calme, un siphon produit ici le jaillissement, quand le niveau du lac Miramar est de quelques décimètres plus élevé : soit qu'il n'ait pas écoulé tout l'excédent apporté par les dernières tempêtes, soit que les eaux d'infiltrations accroissent sa hauteur.

» Lors des gros temps, le jeu du siphon se renverse, si la mer, gonflée, s'élève assez pour pénétrer, à son tour, dans le lac Miramar, en refoulant la source sous-marine des jours calmes. Quand j'ai vu la source sous-marine, le lac était très haut et la mer tranquille.

» IV. *Formation de la caverne.* — Les couches de terrain à Porto-Cristo ont subi de légers plissements; les falaises montrent les strates contournées en petits synclinaux et anticlinaux. De place en place, les plans de stratification plongent dans la mer sous une inclinaison de 5° à 25° environ; les grosses tempêtes introduisent, le long de ces plans inclinés, les vagues qui élargissent les fissures de la roche; par plusieurs d'entre elles, la mer a dû franchir la crête de plusieurs convexités et retomber au delà dans les concavités, où elle aura formé, de tempête en tempête et de proche en proche, des poches d'eau constituant les lacs intérieurs; ultérieurement,

le toit des convexités s'est effondré et a formé des dômes. Les plans et coupes que j'ai relevés ([1]) indiquent clairement ce *processus;* géologiquement ce travail n'est pas terminé, les grands coups de mer le continuent, le calcaire, très durci à l'air extérieur, étant excessivement tendre dans l'intérieur de la grotte.

» V. *Concrétions calcaires.* — A leur tour, les eaux de pluie corrodent énergiquement ce calcaire et dissolvent, en traversant le plafond de la caverne, une quantité considérable de carbonate de chaux; cela explique l'extrême abondance des stalagmites et des stalactites, ainsi que des *rascles* ou *lapiaz* extérieurs du plateau.

» VI. *Météorologie.* — L'eau des lacs souterrains est d'autant moins salée qu'ils sont plus éloignés de la mer, et deux petits bassins, plus haut placés que le niveau de la mer, et uniquement alimentés par les suintements des voûtes, sont en excellente eau douce.

» Or, la température de toutes ces eaux s'abaisse, en même temps que s'affaiblit leur degré de salure, comme le montre le Tableau suivant des températures prises du 9 au 12 septembre.

	Eau.	Air.
Porto-Cristo	20° à 24°	20° à 25°,6
Vestibule de la caverne	»	20°
Lacs souterrains de la Grande-Duchesse, Miramar, etc. (salés).	19°,5	20°
Lac des Délices (eau presque douce)	18°,8	19°
Lago Negro »	18°,3	19°
Fontaines de Bethléem et de Jéricho (eau tout à fait douce).	18°,0	»

» Cela est tout naturel parce que la mer, à 20° ou 24° (en été), a une température plus élevée que la moyenne annuelle qui est de 18° à 19° C.

» En effet, les eaux douces de suintement de la caverne, tombant du plafond après avoir traversé 5^{m} à 10^{m} d'épaisseur de terrain, sont à 18°, et quand cette eau prédomine dans les lacs, au point de les dessaler complètement, elle les refroidit en même temps.

» Un des derniers jours de janvier 1897, M. Moragues a observé :

	Porto-Cristo.	Vestibule de la grotte.	Lac G^{de}-Duchesse.	Lac Délices.	Lac Noir.
Eau	»	»	20°	19°,5	19°
Air	9°,5	19°,5	22°	20°,5	20°

» La différence avec les chiffres que j'ai donnés plus haut est, au maximum, de 2° pour l'air et d'à peine 1° pour l'eau.

([1]) Voir l'*Annuaire du Club Alpin français pour* 1896. (Sous presse.)

» Cette température, un peu plus élevée en hiver qu'en été, confirme l'observation, faite à Bruxelles, que, « à 10^m de profondeur, les saisons sont » renversées... et que l'oscillation annuelle n'est que de 1° à 8^m de pro- » fondeur » (H. Mohn, *Phénomènes de l'atmosphère*, p. 102, 1884). Il est intéressant de rencontrer cette confirmation dans une grotte dont la voûte n'a, justement, que 5^m à 10^m d'épaisseur.

» VII. *Faune.* — J'ai recueilli un certain nombre d'insectes aveugles, actuellement soumis à l'examen de M. A. Viré. Nos essais de pêche dans les lacs sont tous demeurés infructueux. »

PHYSIOLOGIE. — *Action des rayons X sur la rétine.* Note de M. G. **Bardet**, présentée par M. d'Arsonval.

« On a nié jusqu'ici l'action des rayons X sur la rétine, quoique quelques observateurs aient affirmé avoir constaté chez certains sujets une impression lumineuse quand l'œil se trouvait placé dans l'axe des radiations. On a dit aussi que les milieux optiques étaient opaques pour ces rayons, le cristallin particulièrement, et Brandès a affirmé que des sujets opérés de la cataracte éprouvaient nettement une impression lumineuse par les radiations d'un tube de Crookes; ce fait a ensuite été nié par Darieix.

» La vérité est que toutes les personnes que j'ai observées éprouvent une sensation lumineuse quand leur œil se trouve dans le champ d'action d'un tube éclairé par la lumière cathodique, et que les milieux optiques, s'ils présentent une résistance, n'empêchent pas l'action lumineuse. Mais, pour que le phénomène se manifeste, il faut que le sujet se trouve dans des conditions d'expérimentation favorables, car l'action est très faible et ne peut se manifester que dans une obscurité absolue.

» La bobine et le tube doivent se trouver placés en dehors d'un cabinet noir où se tient l'observateur, celui-ci percevant les radiations à travers une cloison en planches, le bois étant, comme on le sait, perméable aux rayons X. Les murs du cabinet noir doivent être tendus de rideaux noirs épais, et surtout ne doivent pas être peints, car un grand nombre de couleurs deviennent fluorescentes par les rayons X.

» Dans ces conditions, un œil placé à quelques centimètres du champ d'action du tube ressentira une impression lumineuse assez vive, analogue à celle d'une personne devant les yeux fermés de laquelle on fait remuer une bougie. L'interruption du courant supprime le phénomène, qui se reproduit dès que le tube est ranimé.

» Un gros registre, une plaque d'aluminium, placés entre l'œil et le

tube, laissent persister la sensation lumineuse, mais celle-ci disparaît si le diaphragme est une plaque de fer, ou de cuivre, ou de plomb. Une plaque de verre diminue fortement la luminosité, mais il faut la placer en dehors de la chambre noire, car elle devient fluorescente, ce qui rend l'expérience impossible.

» En résumé, la sensation lumineuse est faible, mais nette; elle est synchrone des vibrations du tube. Si l'on tourne l'axe de celui-ci de manière à diriger dans un autre sens les radiations, le phénomène disparaît, ce qui ne permet pas de supposer que l'impression soit due à l'action du champ électrique. Tous les milieux qui laissent passer les rayons X permettent au phénomène lumineux de se produire, tandis qu'il est empêché par les milieux opaques à ces rayons.

» Il n'y a donc pas de doute pour moi que les radiations du tube de Crookes exercent une action lumineuse directe sur la rétine. Une seule objection n'a pas encore été résolue par moi, c'est celle qui supposerait une illumination fluorescente des milieux optiques. »

M. D'ARSONVAL ajoute, à l'occasion de cette Communication, les remarques suivantes :

« On peut provoquer des sensations lumineuses par des ondes d'une tout autre nature, par exemple au moyen d'un champ magnétique alternatif, ainsi que je l'ai signalé il y a une année environ à la Société de Biologie. Si l'on place la tempe près d'un électro-aimant, animé par un courant alternatif (de 42 périodes dans mon cas), on perçoit très nettement des éclairs lumineux dont la période est de 3 à 4 par seconde. Parfois on a une image très nette du fond de l'œil. Enfin les tissus vivants placés dans un pareil champ sont le siége de phénomènes intéressants que je communiquerai à l'Académie ultérieurement. Si l'on n'avait obtenu que très peu d'effet avec le champ magnétique constant, cela tenait à ce que le champ magnétique agit comme tous les excitants physiologiques, non par son intensité absolue, mais par ses variations. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur la constitution du grand sympathique; ses centres trophiques.* Note de M. **J.-P. MORAT**, présentée par M. A. Chauveau.

« Dans une précédente Communication, j'ai montré que les nerfs inhibiteurs des vaisseaux (vaso-dilatateurs) ont des centres trophiques dans

la moelle épinière. L'expérience qui suit montre que la moelle allongée en renferme également.

» Sur un chien on fait la section intracranienne du facial, du nerf intermédiaire de Wrisberg et de l'auditif (ces trois nerfs étant étroitement accolés, on ne saurait les couper séparément). Après six jours écoulés on peut s'assurer que les éléments dilatateurs de la corde tympanique et du lingual sont en grande partie dégénérés. Leur excitation ne produit en effet plus qu'une vaso-dilatation atténuée, mais néanmoins encore bien reconnaissable sur la partie antérieure de la langue. De même la sécrétion de la sous-maxillaire est très diminuée, mais se produit encore partiellement. J'ajoute que la persistance de ces effets résiduels vaso-moteurs et sécréteurs ne tend nullement à disparaître ou à s'atténuer quand on allonge le délai qui est laissé à la dégénération pour se produire; ils sont tels, après vingt-cinq jours, qu'après six jours. La proportion entre les éléments détruits et ceux conservés reste la même.

» La section ayant été faite sur les origines mêmes du facial et du nerf de Wrisberg, nous sommes fondés à admettre que les fibres dégénérées, qui ne répondent plus à l'excitation, ont leurs centres trophiques au-dessus de cette section, tandis que celles qui ont échappé à la dégénération et conservé leur excitabilité les ont au-dessous du lieu d'interruption dans un ou plusieurs points qu'il reste à préciser. Les premiers sont des *centres bulbaires* (analogues aux *centres médullaires* dont il a déjà été question); les autres sont des *centres ganglionnaires* épars dans le nerf ou plus ou moins condensés.

» La méthode des dégénérations, appliquée à l'étude du grand sympathique, nous montre des faits du même genre et tendant à la même conclusion. Je citerai le suivant qui concerne, lui aussi, les vaso-moteurs de la langue.

» On sait que, tandis que les éléments inhibiteurs des vaisseaux linguaux proviennent du bulbe par le nerf de Wrisberg et le lingual, leurs éléments constricteurs, ou moteurs proprement dits, proviennent de la moelle cervicale par la chaîne sympathique et l'hypoglosse. Or, si l'on coupe le sympathique cervical, on provoque la dégénération des vaso-moteurs de la langue, dégénération totale dans la chaîne jusqu'au ganglion cervical supérieur, dégénération partielle seulement dans l'hypoglosse; c'est ce dont on peut juger par les effets de l'excitation de ce nerf (après curarisation à la limite), laquelle amène encore un léger degré de pâleur de la langue quand elle porte sur l'hypoglosse. Mais, si l'on fait cette épreuve sur un animal

auquel on a enlevé le ganglion cervical supérieur quelques jours auparavant, on ne trouve plus dans l'hypoglosse trace d'éléments vaso-moteurs répondant à l'excitation.

» Tous ces nerfs (vaso-moteurs, vaso-inhibiteurs et sécréteurs) se comportent, en somme, de la même façon; ils ne dégénèrent que partiellement et le nerf de Wrisberg (qui, du reste, est un nerf mixte puisqu'il contient des éléments sensitifs) se présente à nous, ici, comme l'une des origines bulbaires du grand sympathique. Tous ces nerfs nous présentent ce caractère important de n'avoir pas un trajet direct et ininterrompu depuis la moelle et le bulbe jusqu'aux vaisseaux et aux organes viscéraux auxquels ils se rendent, mais d'être coupés par des interruptions marquées par ces centres échelonnés. Par contre, ce caractère établit une différence essentielle entre eux et les nerfs moteurs qui se rendent aux muscles du squelette; ces derniers étant constitués par des fibres de toute longueur qui ont leurs centres trophiques dans la moelle rachidienne et allongée.

» Mais cette différence, qui nous paraît essentielle quand nous comparons entre eux les nerfs moteurs squelettiques et les nerfs moteurs viscéraux, disparaît à son tour quand on rétablit la véritable équivalence qui existe entre les uns et les autres, et cela en se fondant non plus exclusivement sur les apparences morphologiques extérieures mais sur la disposition structurale des systèmes auxquels ils appartiennent et sur les fonctions des éléments qui les composent. Pour établir cette équivalence sur des bases légitimes, il faut comprendre que les uns (moteurs squelettiques) sont de simples nerfs, tandis que les autres (moteurs et inhibiteurs vasculaires et viscéraux) sont des systèmes complexes formés par l'association et la superposition des neurones échelonnés.

» Malgré leur voisinage dans le myélaxe, les centres trophiques bulbaires et médullaires des éléments moteurs et inhibiteurs du grand sympathique ne sont donc pas les équivalents de ceux des nerfs moteurs squelettiques situés plus ou moins près d'eux. Les noyaux moteurs du bulbe et de la moelle sont, en réalité, représentés dans le grand sympathique par les ganglions d'où partent des neurones allant sans coupure jusqu'aux viscères et aux vaisseaux. Quant aux neurones qui procèdent du myélaxe et qui aboutissent à ces ganglions, ils sont les équivalents de ceux qui, dans le système moteur et inhibiteur squelettique, se rendent de l'écorce cérébrale au myélaxe; ils représentent donc, pour employer un terme usité déjà, de véritables *fibres de projection* étendues de la moelle aux gan-

glions, mélangées aussi vraisemblablement de *fibres commissurales* étendues d'un étage ganglionnaire à l'autre.

» Ainsi compris, le grand sympathique est formé d'au moins deux parties, l'une inférieure, l'autre supérieure, superposées et dont le plan de partage est dans les ganglions. Seulement, ce plan de séparation n'est ni dans les ganglions de la chaîne, ni dans les plexus terminaux, ni dans les ganglions intermédiaires, à l'exclusion les uns des autres : il est tracé irrégulièrement dans tous ces noyaux ganglionnaires qui, comme on sait, présentent tous des fibres terminales et tous des fibres dites *de passage* qui les traversent sans s'y arrêter. Une section, portant sur la chaîne fondamentale ou sur les nerfs qui en partent avant qu'ils aient atteint leurs ganglions terminaux, coupera donc et des fibres de projection et des neurones primitifs de ce système. Par là s'expliquent les résultats des expériences relatées plus haut et les effets résiduels dus à la conservation des fibres non dégénérées. Par là aussi s'expliquent maintenant les doutes, les hésitations et les contradictions entre expérimentateurs sur la question tant et si souvent débattue de la dépendance ou de l'indépendance du grand sympathique, question depuis longtemps soumise à l'épreuve de la méthode de la dégénération. Le grand sympathique a la même constitution fondamentale que les autres ensembles nerveux auxquels on l'oppose d'habitude; mais, au point de vue morphologique comme au point de vue fonctionnel, on ne saurait nier qu'il garde une physionomie spécifique assez accusée puisqu'elle a pu si longtemps masquer les traits généraux qui le rapprochent des autres systèmes de nerfs. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Expériences sur l'excitation des nerfs par les rayons électriques*. Note de M. B. Danilewsky, présentée par M. A. Chauveau.

« Toutes les tentatives qui ont été faites jusqu'à présent pour trouver le moyen d'exciter le nerf par la voie purement inductive ou d'influence, c'est-à-dire sans l'intervention d'aucun conducteur intermédiaire, ont échoué. Dans mes études sur un procédé artificiel de charger le nerf par l'induction électrique j'avais pris pour point de départ la pensée suivante : en appliquant cette charge électrique à l'état d'oscillation et supposant celle-ci douée d'une fréquence et d'une force suffisante, nous devions observer la production d'une excitation par influence. L'expérience a par-

faitement justifié cette supposition. On peut même y parvenir par un procédé très simple : en utilisant la charge électrique du nerf produite par un *champ électrique oscillant*.

» Dans la suite de cette courte Communication, je me permets de présenter quelques-uns des résultats de mes observations. J'ai présenté les expériences qui s'y rapportent à la Société médicale de Kharkoff en novembre 1896.

» 1. Le champ oscillant électrique, développé par l'appareil d'induction (*Ruhmkorff*), le circuit de la spirale secondaire étant fermé ou ouvert, produit dans certaines conditions la charge électrique de la préparation neuro-musculaire isolée. En établissant ensuite la communication avec un conducteur quelconque ou directement avec le sol, on peut provoquer une série de contractions (*provoquées*) qui s'affaiblissent peu à peu jusqu'à ce que la charge électrique s'épuise jusqu'au minimum. Si la force électro-inductive est suffisante, les contractions se manifestent déjà sans qu'aucun conducteur soit mis en contact avec la préparation neuro-musculaire : il suffit pour cela d'approcher la main de la préparation, par derrière, et l'on aperçoit aussitôt les contractions *induites* (*induction secondaire*).

» 2. Si la tension du champ oscillant électrique est beaucoup plus grande, il s'y produit des contractions *induites* sans même qu'on en approche un conducteur quelconque (savoir : la main, la plaque métallique reliée au sol par un fil métallique, etc.). Au lieu d'augmenter le courant dans la bobine, il suffit d'approcher la préparation neuro-musculaire au bout libre d'un des pôles de la spirale secondaire (sous forme de plaque métallique plus ou moins large), l'autre pôle communiquant avec le sol.

» 3. Si nous réunissons le bout central du nerf avec le muscle au moyen d'un conducteur collatéral formant ainsi de ces trois parties un circuit fermé, nous constatons que l'excitation induite s'affaiblit jusqu'au zéro et que le muscle, dans les conditions ci-dessus, ne se contracte pas. Un affaiblissement analogue d'irritation s'observe aussi quand le nerf lui-même est appliqué au muscle dans toute sa longueur.

» 4. Ces excitations *induites* s'observent également quand la préparation neuro-musculaire se trouve parfaitement isolée dans un vase de verre bouché ou quand elle est plongée tout entière dans de l'huile de vaseline. Dans ce cas, il se produit le même phénomène que celui qui a été signalé plus haut. L'approche de la main provoque ou augmente indubitablement les contractions *induites*, surtout si cette approche se fait à distance par en haut vers le bout central du nerf (avec une partie de la colonne vertébrale).

» 5. Ces contractions *induites* subissent un affaiblissement considérable et même une cessation complète si nous plaçons entre la plaque de l'électrode libre de la spirale secondaire (*irritation unipolaire*) et la préparation neuro-musculaire, soit notre main, soit une plaque métallique reliée au sol.

» Un pareil écran *opaque* retient les rayons électriques, c'est-à-dire anéantit l'électro-induction de l'excitation nerveuse. Le même résultat s'observe naturellement lorsque nous approchons la main ou quelque autre conducteur de l'électrode *excitatrice* par derrière, ou du fil de cuivre, ou simplement du pôle correspondant de la

bobine secondaire; c'est ce qui détourne le flux électrique et par cela affaiblit l'action irritative sur le nerf. Or, si nous plaçons entre la plaque de l'électrode et la préparation un non-conducteur, par exemple une plaque de verre, de caoutchouc ou de paraffine, nous verrons que l'excitation se produit quand même.

» 6. L'irritation induite du nerf peut s'obtenir, non seulement de la plaque terminale de l'électrode, mais aussi du fil qui l'unit au pôle de la bobine. Je me servais d'un fil de cuivre isolé, long de 10^m à 15^m, et en passant la préparation neuro-musculaire le long du fil, à $0^m,20$-$0^m,25$ de distance, j'obtenais la contraction du muscle sur toute la ligne du fil.

» 7. Un moyen facile d'observer le phénomène intéressant de l'*interférence* de l'action des deux pôles de la bobine est le suivant : chacune des deux électrodes se termine par une plaque métallique de forme et de grandeur identiques; nous les plaçons parallèlement l'une à l'autre à 50^{cm}-75^{cm} de distance ou même davantage, selon la force de la bobine. La préparation neuro-musculaire est placée juste au milieu d'eux ou à côté, mais toujours en gardant une disposition symétrique. Dans ces conditions, les contractions induites n'ont point lieu; l'irritation du nerf tombe à zéro à cause de l'interférence ou mieux de la neutralisation des rayons électriques *positifs* et *négatifs* (*sit venia verbo*). Mais il suffit de déranger un peu la symétrie et de rapprocher la préparation de l'une des électrodes pour que les contractions apparaissent aussitôt. Le même résultat peut être atteint si, dans l'état primitif de symétrie, nous plaçons, entre la préparation et l'une des électrodes, un écran *opaque;* l'effet irritatif de l'autre électrode prévaut et une excitation se produit. Le même effet s'observe de même lorsque nous détournons, par un conducteur accessoire, le fluide électrique de l'une des électrodes (voir n° 5).

» 8. La préparation neuro-musculaire de grenouille est un électroscope très sensible (*Volta*); elle réagit, c'est-à-dire *répond* par ses contractions à un champ oscillant électrique à travers les portes fermées et même une muraille en briques.

» 9. L'excitation induite du nerf peut aussi bien se produire si *le circuit de la spirale secondaire de la bobine d'induction est tout à fait fermé.* Pour cela, on introduit dans ce circuit une spirale accessoire en fil de cuivre soigneusement isolé, et on le place à une assez grande distance de l'inductorium. La préparation de grenouille est placée (au milieu) à l'intérieur de cette spirale ou bien à côté d'elle. Dans ces cas, les contractions induites sont très fortes. Nous pouvons obtenir une excitation induite analogue du nerf, mais *d'ordre supérieur*, au moyen de spirales isolées tertiaire, quaternaire, etc., n'ayant aucune communication entre elles. En plaçant en un lieu quelconque, entre ces spirales, *l'écran opaque,* nous remarquerons que les contractions induites cessent d'avoir lieu.

» 10. D'une façon parfaitement analogue, nous pouvons obtenir l'excitation *induite* d'un nerf à travers plusieurs personnes (4-8 et davantage), placées sur des tabourets isolants, l'une à côté de l'autre, entre l'électrode libre de *Ruhmkorff* (*excitation unipolaire multiple par influence*) et la préparation neuro-musculaire et complètement séparées l'une de l'autre par une couche d'air. Dans des conditions favorables, on obtient des contractions induites spontanées; dans le cas contraire, on n'obtient ces contractions qu'en touchant la préparation (colonne vertébrale par exemple) avec un conducteur quelconque.

» 11. Il est très facile, avec une spirale accessoire introduite dans le circuit secondaire, interrompu ou non, de *Ruhmkorff*, de provoquer l'excitation *induite* des *nerfs sensitifs* de la main, par exemple, si on l'introduit dans cette bobine accessoire (voir n° 9). Selon les conditions diverses dans lesquelles se fait l'expérience (la force du courant, la communication avec le sol, l'isolation), on peut obtenir diverses sensations, comme, par exemple, celle de chaleur, de diaphorèse, de souffle, d'ondulation... jusqu'aux piqûres douloureuses et aux secousses convulsives.

» 12. Si nous plaçons un animal entier (une grenouille, un lapin ou un cobaye) dans la même spirale accessoire qui entoure le vase en verre (l'*autoconduction* de M. *d'Arsonval*), nous remarquons que l'animal reçoit une grande charge électrique; le doigt approché en fait sortir des étincelles; jusqu'à ce moment l'animal peut rester tranquille. Mais si nous mettons d'avance le corps de l'animal en communication avec un grand conducteur (condensateur) ou mieux avec le sol, nous constatons une agitation spontanée considérable de l'animal. »

MÉDECINE. — *Sur un cas très grave de dermatite consécutive à deux applications de rayons X. Pathogénie et traitement.* Note de M. G. **Apostoli**, présentée par M. d'Arsonval.

« Il s'agit d'un très vaste sphacèle de la paroi abdominale qui, en février dernier, mesurait encore $17^{cm},7$ sur $13^{cm},6$ et était consécutive à deux applications de rayons Röntgen faites à Dublin les 22 et 28 mai 1896.

» Dans la première séance, d'une durée de quarante minutes, le tube de Crookes avait été distant de 15^{cm} de la peau; dans la seconde, d'une durée de quatre-vingt-dix minutes, le tube avait été rapproché à 9^{cm}.

» *Suites immédiates :* Quelques nausées consécutives après chaque séance, mais sans vomissement.

» *Suites éloignées :* Apparition, deux jours après la dernière séance, d'un érythème progressif qui a été en s'aggravant.

» Vésicules et phlyctènes consécutives avec écoulement séreux abondant.

» Formation progressive d'une eschare.

» Amélioration notable en juillet.

» Rechute, avec nouvelle mortification en août, et avec apparition de brûlure et de douleur intense au niveau de la surface mortifiée.

» Application successive de toutes les lotions, de tous les topiques, de tous les caustiques connus, en y ajoutant même la greffe épidermique et le raclage pratiqué après anesthésie, le tout avec le même insuccès constant et absolu pendant huit mois.

» Depuis la fin d'octobre 1896, l'application locale et quotidienne d'un

courant d'oxygène sur la plaie, pendant cinq heures tous les jours, est le seul traitement qui paraît avoir été favorable et a arrêté l'agrandissement croissant de la plaie, sans toutefois la faire rétrocéder sensiblement.

» Le 9 février 1897, début du traitement électrique, appliqué avec l'assistance du docteur Planet, et qui peut se résumer ainsi :

» Bains statiques quotidiens avec effluvation sur la partie malade pendant toute la séance d'une durée moyenne de vingt à trente minutes.

» Fin mars, association au bain statique de l'application des courants de haute fréquence sous la forme de lit condensateur.

» Depuis avril 1897, emploi bi-hebdomadaire de bains hydro-électriques avec le courant ondulatoire.

» Amélioration progressive depuis le début du traitement électrique et en particulier depuis l'association de l'effluvation statique aux applications polaires du courant ondulatoire.

» Détachement très lent, mais toujours progressif, de l'eschare sèche et adhérente, et réduction actuelle de plus de la moitié de la surface totale primitivement sphacélée.

» Le malade est aujourd'hui (juin 1897) présenté en pleine voie de guérison et le traitement se poursuit sans nouvel incident à signaler.

» Voici les conclusions sommaires que ce cas permet de formuler :

» 1° L'application des rayons Röntgen peut provoquer, dans certaines circonstances, une *dermatite* avec *névrite* consécutive plus ou moins grave, caractérisée soit par un érythème simple, soit par une eschare plus ou moins profonde pouvant intéresser la peau jusqu'au tissu cellulaire sous-cutané.

» 2° Cette dermatite, variable suivant son siège (peau, ongles, poils), variable également dans une certaine mesure suivant l'état constitutionnel du sujet en expérience, est assimilable sous plusieurs rapports à une brûlure électrique ordinaire et présente, comme cette dernière, les mêmes caractères généraux d'*asepsie*, d'*apyrexie*, d'*évolution très lente* vers la réparation et d'*intensité à peu près égale dans toute son étendue*.

» 3° Cette dermatite est toujours le résultat d'une faute opératoire commise soit, et avant tout, par le rapprochement trop grand de la peau du tube de Crookes, soit par la durée trop longue d'une séance unique, soit enfin par des séances trop multiples et trop rapprochées.

» 4° Le Dr Apostoli propose comme traitement efficace de cette dermatite rebelle le courant électrique, qui devra comprendre les modes suivants, que l'on pourra associer à intensité et à durée variables, suivant les indications cliniques :

» a. L'*effluvation statique* simple qui, par son action directe et locale, aidée de son influence générale, hâte le travail de réparation et de cicatrisation des ulcères.

» b. L'application polaire d'un courant galvanique, ou mieux d'un *courant ondulatoire*, pour accélérer la chute de l'eschare et favoriser ainsi l'action topique et trophique ultérieure de l'effluve statique.

» c. L'action générale d'un *courant de haute fréquence* (par le lit condensateur) destiné, comme l'a démontré le professeur d'Arsonval, à relever le coefficient de la nutrition générale et à apporter à l'économie un supplément de force et de vitalité. »

MÉDECINE. — *Action thérapeutique locale des courants à haute fréquence.* Note de M. **Oudin**, présentée par M. d'Arsonval.

« On connaît les recherches physiologiques du professeur d'Arsonval sur les courants de haute fréquence, et les modifications que l'autoconduction amène dans les phénomènes de combustion et de nutrition générales. On sait aussi que le Dr Apostoli a porté sur le terrain de la clinique ces résultats expérimentaux et a confirmé les faits physiologiques du professeur d'Arsonval.

» J'ai, pour ma part, étudié plus particulièrement l'action locale de ces mêmes courants, et je suis arrivé à des résultats que je crois assez intéressants pour être signalés.

» Par action locale, j'entends l'application sur un point déterminé des téguments, peau ou muqueuse, d'une électrode communiquant avec les bornes de l'appareil, le corps du patient étant relié, soit à l'autre pôle, soit, plus simplement, à la terre. Dans ces conditions, la région sur laquelle on opère, et même le malade tout entier, sont soumis à des oscillations extrêmement rapides; et, de toute la surface du corps, on peut, en approchant la main, tirer des étincelles.

» Cette action générale met l'organisme dans des conditions un peu analogues à celles de l'autoconduction (ce que je serais tenté de croire en raison des modifications de l'état général présentées par certains malades : ainsi, par exemple, j'ai vu des migraines chroniques s'espacer et finir par disparaître à peu près complètement chez des femmes soignées pour des affections cutanées concomitantes). A côté de cette action générale, l'action locale à proprement parler est due à une pluie d'étincelles criblant la partie malade à proximité de l'électrode.

» Si l'on se sert, pour produire cet effet, d'électrodes reliées directement au pôle du solénoïde primaire de haute fréquence, les étincelles sont douloureuses, supportées difficilement par une peau saine et intolérables par une peau malade. En élevant la tension du courant par un solénoïde secondaire plongé dans l'huile, ou à l'aide du résonateur que j'ai fait connaître, l'étincelle est facilement supportée par des téguments sains, mais est encore douloureuse s'ils sont enflammés. Elle devient tout à fait inoffensive et supportée par les muqueuses les plus délicates, comme celles des fosses nasales, par exemple, si comme électrode on emploie une sorte de condensateur formé par un fil métallique engainé dans un tube de verre. Entre le verre et la partie malade éclate, formant autour de celui-ci comme un manchon lumineux, une pluie de petites étincelles très fines et absolument indolores. En promenant quelques minutes cette électrode sur des régions malades on produit, au bout de quelques séances, des modifications profondes dans l'état local, permettant de supposer qu'on a ainsi une action trophonévrotique et parasiticide.

» Dans les affections cutanées deux éléments essentiels entrent en jeu, l'élément nerveux trophique et l'élément infectieux. Ils peuvent agir séparément ou ensemble et, dans ce dernier cas, l'action de l'un d'eux peut dominer celle de l'autre. Je suis persuadé que les courants de haute fréquence agissent également bien sur ces deux éléments. L'élément nerveux est à coup sûr profondément modifié, puisque, de quoi qu'il s'agisse, on voit toujours et très rapidement disparaître les démangeaisons. Les troubles de circulation vasomotrice, comme les congestions de l'acné rosacée, s'atténuent et disparaissent en peu de temps. Les maladies d'origine franchement nerveuses, comme certaines variétés de séborrhée, se modifient avec la plus grande rapidité. D'autre part, l'action parasiticide est incontestable, car toujours, après une ou deux séances, on voit se flétrir et disparaître le *molluscum contagiosum* dont la nature exclusivement parasitaire est indiscutable. J'ai vu aussi, chose plus intéressante, une guérison complète, au bout de deux mois, à raison de deux applications par semaine, d'une large plaque de lupus traitée isolément chez un malade qui en était couvert alors que les autres continuaient leur évolution. J'ai, en bonne voie de guérison, un autre malade atteint de lupus hypertrophique qui, on le sait, est beaucoup plus actif que le lupus vulgaire. J'ai obtenu de la même façon des guérisons relativement rapides de pelades.

» J'ai fait connaître antérieurement les résultats très intéressants obtenus dans l'eczéma et le psoriasis, ayant pu, par ce procédé, voir disparaître

des psoriasis anciens et presque généralisés qui, jusqu'alors, avaient été réfractaires à toute médication.

» La même action curative se rencontre dans certaines affections des muqueuses en apparence les plus dissemblables. C'est ainsi qu'on voit se flétrir rapidement des végétations adénoïdes du pharynx, se cicatriser beaucoup plus vite que par tout autre moyen les ulcérations du col de l'utérus, et se modifier le catarrhe gonococcique de la même région.

» Quant à l'action trophonévrotique sur les muqueuses, elle me semble démontrée par un cas de leucoplasie buccale très ancienne, qui avait résisté à toute espèce de traitement et qui a été guéri en quelques semaines.

» En résumé, je crois qu'on peut demander aux courants de haute fréquence une action locale de même ordre que celle qui est donnée par la franklinisation mais, à mon avis, plus active et plus rapide. »

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *La forme saprophytique de la tuberculose humaine et de la tuberculose aviaire.* Note de MM. **Bataillon** et **Terre**, présentée par M. Duclaux.

« Dans une Note présentée récemment à la Société de Biologie nous avons annoncé la découverte d'un bacille évoluant très bien à la température ordinaire et ayant les réactions du *bacille de Koch*. Nous ne reviendrons pas sur la morphologie de ce germe qui a été isolé d'une tumeur de la carpe.

» La carpe résiste bien à l'inoculation intrapéritonéale. Des sujets sacrifiés au bout d'un mois montraient une abondance de bacilles dans le foie et dans le rein. Mais l'un d'eux reste vivant après plus de trois mois sans que son aspect puisse faire soupçonner l'évolution d'une tumeur semblable à l'originelle.

» La grenouille résiste quelquefois; mais, avec une dose suffisante de culture jeune, elle meurt généralement dans un délai qui varie de quinze jours à un mois et demi. On constate une culture généralisée sur toute l'étendue des feuillets péritonéaux. Exceptionnellement, nous avons eu des poumons couverts de granulations tuberculeuses; et, par une inoculation à l'abdominale antérieure, nous avons obtenu, après six semaines, une magnifique tuberculose du foie.

» Le lézard, à la température ordinaire, succombe généralement à l'inoculation intrapéritonéale au bout de huit jours. A 36°, des lézards non ali-

mentés ont résisté plus d'un mois et sont morts sans édification de tumeur visible, alors que les sujets maintenus à une température plus basse montraient à l'autopsie des granulations généralisées au péritoine, comme la grenouille.

» Les animaux à sang chaud (pigeons et cobayes) semblent réfractaires à des inoculations massives et répétées, qu'il s'agisse de cultures à température basse, de cultures à 27°, ou même de cultures à 36°. Sur certaines exceptions à cette règle, il y aura lieu de revenir.

» Ce germe ayant été extrait de tumeurs volumineuses développées sur la carpe, et certains faits nous portant à le considérer comme une tuberculose tranformée, nous avons tenté la réalisation expérimentale du même changement.

» Des carpes ont été nourries avec des viscères de cobayes tuberculeux. Au bout de huit à neuf jours les bacilles pullulaient dans le foie et, après un passage de onze jours sur la grenouille, nous avons réussi à les isoler à la température ordinaire, identiques, morphologiquement, à ceux que nous avions décrits. Ajoutons que trois cobayes, injectés à la cuisse avec la pulpe de foie de carpe qui fourmillait de bacilles, sont en parfaite santé, après plus d'un mois, et n'ont pas gardé trace de l'inoculation.

» Pour éliminer une action possible des sucs digestifs, nous avons procédé à l'inoculation intrapéritonéale de tuberculose humaine virulente : même résultat.

» Parallèlement, des inoculations ont été faites, sur deux lots de grenouilles isolées, avec les tuberculoses humaine et aviaire.

» La tuberculose humaine paraît résister beaucoup moins sur la grenouille et nous n'avons pu réussir jusqu'ici à isoler des cultures. Mais nous avons obtenu de très beaux développements avec la tuberculose aviaire après un passage de quinze jours.

» Aucun caractère morphologique ne nous permettrait de distinguer ces colonies de celles fournies par la tuberculose humaine ayant passé sur la carpe.

» Ainsi, la forme que nous avons décrite nous paraît être une forme saprophytique de la tuberculose, forme à laquelle on pourrait revenir par passage sur les animaux à sang froid, aussi bien avec la tuberculose aviaire qu'avec la tuberculose humaine. »

MÉDECINE. — *De l'influence au sommeil hypnotique sur les gastralgies du tabes dorsal.* Note de M. **Ed. Spalikowski.**

« On connaît les crises gastralgiques terribles auxquelles sont sujets les ataxiques dans ce que l'on est convenu d'appeler la première période du tabes, bien que, dans le cas dont je m'occupe, ceci ait eu lieu dans la seconde période!

» Jusqu'ici les moyens thérapeutiques usités restaient sans efficacité : la morphine étant un remède trop dangereux, surtout chez les névropathes.

» Je me suis donc décidé à employer le sommeil hypnotique, qui m'a donné d'excellents résultats.

» Il s'agit d'une dame de quarante-six ans, atteinte de tabes dorsal depuis dix ans; elle a éprouvé tous les symptômes classiques de la première période, et, de plus, elle souffre au moment de ses règles, qui se montrent régulièrement encore, de violentes crises gastriques qui durent de cinq à dix minutes et se répètent généralement toutes les six heures pendant deux ou trois jours. Je m'empresse d'ajouter qu'il n'existe chez cette malade aucun symptôme d'hystérie.

» Les crises étaient si douloureuses, au début, que la patiente déchirait ses draps et tout ce qu'elle rencontrait sous sa main. J'ai donc essayé de l'endormir à l'aide de passes, et le sujet est devenu tellement sensible que, maintenant, il me suffit de présenter devant ses yeux les deux doigts index et médius de la main droite, étendus et écartés, pour que le sommeil ait lieu.

» C'est ce que j'ai fait à chaque crise gastrique.

» La suggestion aidant, les crises avortaient; elles sont devenues de plus en plus rares, et, aujourd'hui, la malade n'a plus que de légères *crampes* que le sommeil hypnotique suffit à calmer aussitôt.

» Le traitement a duré trois mois.

» Il est impossible de méconnaître l'influence bienfaisante de la suggestion; elle a amélioré considérablement l'état de la malade, et je suis d'avis qu'on peut commencer une série de recherches basées sur les effets de l'hypnose dans le tabes. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur les résultats d'observations météorologiques faites en Mandchourie et dans les pays limitrophes.* Note de M. **Michel Venukoff**, présentée par M. Mascart.

« Le ministère des finances russes, ayant entrepris la publication de la « Description de la Mandchourie » dans le but de faciliter la construction du chemin de fer transmandchourien, a réuni, dans cet Ouvrage, une série de résultats d'observations météorologiques faites dans la contrée même (2), et surtout dans les pays limitrophes (16). Mais ces résultats, numériques et plus ou moins exacts, ne sont pas encore généralisés, peut-être parce que le rédacteur en chef de l'Ouvrage est un orientaliste et non un physico-géographe. Faisons donc des calculs convenables pour déterminer, d'abord, les *températures moyennes annuelles*. En voici la Table, par ordre descendant des températures :

Nombre des années d'obs.	Latitude boréale.	Longitude Greenw.	Pays.	Lieux d'observations.	Thermomètre C.
	° ′	° ′			°
1 ..	40.40	122.12	Mandch.	In-tré, à l'embouchure de la Liao-hé....	+6,6
4...	42.39	130.48	Russie.	Possiet, port dans le golfe du même nom.	+5,7
1...	41.50	122.17	Mandch.	Moukden, capitale du pays............	+5,5
7...	42.48	130.44	Russie.	Novo-Kiev, village..................	+5,2
7...	45.40	111.24	Chine.	Oudé, village.......................	+4,8
23...	43. 7	131.54	Russie.	Vladivostok, ville et port............	+4,4
21...	43.44	135.20	Russie.	Sainte-Olga, village et port...........	+4,4
10...	44.46	132.24	Russie.	Kamén-Ribolov, village au bord du lac Hanka..........................	+3,5
7...	43.47	131.57	Russie.	Nicolskoé, village dans la vallée de Souifoun..........................	+2,8
5...	44.46	131.22	Russie.	Atamanovo, village de cosaques russes...	+2,1
5...	47.50	129.30	Russie.	Cathérino-Nicolaévskoé, sur l'Amour....	+1,0
13...	48.28	135. 7	Russie.	Khabarovsk, chef-lieu des prov. russes...	+0,1
28...	50.15	127.30	Russie.	Blagoviéstchensk, à la jonction de l'Amour et de la Zéya......................	−2,0
3...	40.59	115.18	Chine.	Si-wan-tzé, village dans les montagnes...	−2,6
2...	51.30	117.46	Russie.	Akatoui, mines......................	−2,9
57...	51.19	119.37	Russie.	Nertchinsky-Zavod, usine..............	−3,7
3...	53.21	124. 8	Russie.	Albazine, village au bord de l'Amour....	−4,0
11..	51.58	116.35	Russie.	Nertchinsk-ville......................	−5,7

» Ces chiffres nous prouvent que la Mandchourie, qui a pour limites au nord et au sud les mêmes parallèles (53°-40°) que la France, y compris la Corse, jouit à peine du climat de la Finlande et des provinces Baltiques (70°-53°) en Russie. Mais, si les froids de janvier sont même plus grands sur les bords de l'Amour et du Soungari qu'en Finlande, on a, pendant l'été, en Mandchourie, des chaleurs suffisantes pour faire mûrir la vigne, ce qui est impossible aux bords de la mer Baltique. L'isotherme de 24° C. passe au mois de juillet, en France, par Perpignan (44° lat.) et en Mandchourie par Bédouné (45° lat.), c'est-à-dire un peu plus au nord. Je citerai encore les chiffres suivants, qui montrent que la Mandchourie jouit d'un climat tout à fait continental, avec des amplitudes énormes entre les températures moyennes de janvier et de juillet :

	Latitude.	Minimum en janvier.	Maximum en juillet.	Amplitude.
A In-tzé, sous	40°40'	−18°,2	+25°,8	44°C.
A Moukden	41.50	−26,7	+28,5	55,2
A Khabarovsk	48.28	−27,2	+22,0	49,8
A Blagoviéstchensk	50.16	−30,7	+24,0	54,7

» La caractéristique du climat mandchourien par le mot *continental* n'exclut pas l'humidité considérable de l'atmosphère du pays, en été comme en hiver. Voici la quantité d'eau qui tombe sur la terre, sous forme de pluie et de neige, tous les ans, dans quatre localités différentes, déjà nommées :

	Latitude.		
Blagoviéstchensck	51°15	496mm	Moyenne : 524mm. *Nord.*
Khabarovsk	48.28	553	
Possiet	42.39	653	Moyenne : 571mm. *Sud.*
Si-wan-tzé	40.59	489	

Ou bien, prenant les mêmes quatre lieux par ordre des longitudes :

	Latitude.		
Blagoviéstchensk	127°38	496mm	Moyenne : 492mm. *Ouest.*
Si-wan-tzé	115.48	489	
Khabarovsk	135. 7	553	Moyenne : 603mm. *Est.*
Possiet	130.48	652	

Ce qui prouve l'influence prépondérante de la mer du Japon dans la distri-

bution de l'humidité dans l'air de la Mandchourie. On peut dire que *plus on est à l'est, et plus l'humidité est grande.*

» La liste de jours de pluie et de neige, insérée dans la « Description de la Mandchourie », confirme ce même résultat; notamment, elle montre qu'il pleut et neige tous les ans :

	Jours.	
A Blagoviéstchensk (N.-O. du pays)	45	*Ouest.*
A Si-wan-tzé (S.-O. du pays)	63	
A Khabarovsk (N.-E. du pays)	102	*Est.*
A Possiet (S.-E. du pays)	93	

» La fréquence des pluies et des neiges, dans diverses parties de la Mandchourie, dépend beaucoup de la saison et de la direction des vents, deux phénomènes qui y coïncident. Car *il y a des moussons en Mandchourie* : en hiver, c'est le vent du nord-ouest qui domine; en été, c'est le sud et le sud-sud-est. Or, le premier est froid et sec, le second chaud et humide. Nous avons, par exemple, par mois :

	En janvier, jours du vent N. ou N.-O.	En juillet, jours du vent S. ou S.-E.
A Blagoviéstchensk	26	19
A Vladivostok	23	30 par mois.

» Mais, dans la partie méridionale de la Mandchourie proprement dite, à In-tzé, la règle du changement de mousson n'est pas la même que dans la plus grande partie du pays. Ici, en hiver, prédomine le vent S. ou S.-E.; en été, le N. ou le N.-O., comme le prouvent les chiffres suivants :

	Nombre de vents observés.	
	E., S.-E., S. et S.-O.	N.-O., N., N.-E. et E.
Janvier	67,8	22,6
Juillet	9,9	83,5

» Cette différence entre In-tzé et Vladivostok s'explique par l'existence, entre deux villes, de la chaîne de montagnes Tchang-pé-chan et de ses ramifications, qui mettent obstacle à l'influence de la mer du Japon sur le climat du sud-ouest de la Mandchourie. Au nord, In-tzé est ouvert. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur la variation de la température à la surface de sols de différentes natures.* Note de M. **Joseph Jaubert**, présentée par M. Mascart.

« Afin de déterminer la variation de la température à l'air libre, au-dessus de différents sols, nous avons fait établir, dans une partie très découverte et convenablement exposée du parc de Montsouris, des sols analogues à ceux formant les principales chaussées de Paris :

» 1° Un sol dénudé, recouvert d'une couche de sable de rivière de $0^m,20$ d'épaisseur;

» 2° Un sol bitumé; l'enduit employé est formé d'un mélange de 85 parties de roche asphaltique pulvérisée, pour 20 de bitume minéral et 60 de sable (en poids);

» 3° Un sol recouvert de pavé de bois, en pin des Landes non gommé;

» 4° Un sol pavé en grès, pavés dit de l'Yvette complètement siliceux.

» Sur ces sols, d'une surface de 4^{mq}, ainsi que sur un sol gazonné pris comme base de comparaisons, ont été placés des thermomètres à minima et maxima, lus chaque jour depuis le 15 avril 1896 (¹).

» Une première série de douze mois d'observations nous a donné les résultats suivants :

» *Moyenne annuelle.* — En moyenne annuelle (1er mai 1896 au 30 avril 1897) la température, qui est sensiblement égale sur les différents sols, présente un excès de 0°,2 à 0°,3 sur la moyenne au-dessus du sol gazonné.

» *Moyennes saisonnières.* — En été, sur le pavage en bois, la température est beaucoup plus élevée que sur le gazon; l'écart moyen pour les mois de juin, juillet, août atteint 1°,4; en hiver, au contraire, la différence est presque nulle. On a d'ailleurs remarqué qu'en hiver la neige persiste aussi longtemps sur le sol pavé en bois que sur le gazon. Le sol bitumé, un peu moins chaud que le pavage en bois, présente sur le gazon, en été, un excès de 1°,2. En hiver sur ce sol, il y a encore un excès, mais seulement de 0°,1. Sur le pavage en grès et le sol dénudé, la température en été n'est supérieure que de 0°,9 à celle du gazon; en hiver, le grès présente la même moyenne. Seul le sol dénudé se refroidit encore à 0°,1 ou 0°,2 plus bas que le sol gazonné.

» En automne, les différences sont faibles; mais au printemps, tous ces sols à peu près à la même température sont plus froids que le sol gazonné de 5 à 6 dixièmes de degré.

» *Amplitude moyenne.* — C'est en toute saison, sur le sol pavé en grès, que l'amplitude de la température est la plus faible : 5°,3 en janvier et 18°,5 en juillet. L'amplitude maximum s'observe sur le pavage en bois pendant les mois chauds (21°,1 en

---

(¹) La cuvette de ces thermomètres est à 3^{cm} au-dessus du sol.

juillet) et sur le sol bitumé pendant les mois froids (5°,7 en janvier); puis, vers la fin de l'hiver, on constate quelquefois l'amplitude maximum à la surface du sol dénudé.

» En toute saison, l'écart entre les extrêmes diurnes est beaucoup plus grand sur le sol gazonné que sur les autres; la différence est surtout considérable au printemps en raison du retard avec lequel le réchauffement se produit sur ces sols artificiels.

» *Extrêmes absolus.* — Les extrêmes absolus ont été, pour l'été 1896, en juillet : sol gazonné, 38°,6; sol dénudé, 40°,0; sol bitumé, 39°,3; sol pavé en bois, 41°,4 et sol pavé en grès, 38°,8. Les plus basses températures de l'hiver 1896-1897, en janvier : sol gazonné, —8°,3; sol dénudé, —7°,0; sol bitumé, —10°,3; sol pavé en bois, —7°,2; sol pavé en grès, —7°,9.

» *Jours de gelée.* — Pendant la période d'octobre 1896 à avril 1897, la température est descendue à 0° ou au-dessous 112 fois sur le sol gazonné, alors qu'elle ne s'est abaissée au point de gelée que 77 fois sur le sol dénudé, 76 fois sur le sol pavé en bois, 75 fois sur le sol bitumé et seulement 62 fois sur le pavé en grès. Les proportions respectives de la fréquence des gelées sur ces différents sols par rapport au sol gazonné (celui-ci étant 1) varient donc de 0,54 à 0,68.

» *Effet d'une pluie.* — Une ondée donnant de 1 à 2^{mm} d'eau, au moment où la température au-dessus du sol est de 22° à 25°, détermine presque aussitôt un refroidissement de 3° à 4° sur les différents sols. Si l'averse est plus importante, 4 à 5^{mm} en quelques minutes de chute, l'abaissement de la température peut atteindre 5° à 6° sur le pavage en bois ou en grès et 6° à 7° sur le sol bitumé ou dénudé.

» La trace d'une petite pluie d'été disparaît en général sur le bitume assez rapidement, elle persiste quelques instants de plus sur le pavage en grès et, sur le pavage en bois elle est encore visible souvent une heure après la fin de l'ondée. »

A 4 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Section de Géographie et Navigation présente, par l'organe de son Doyen, M. *Bouquet de la Grye*, la liste suivante de candidats à la place vacante, dans cette Section, par le décès de M. *d'Abbadie* :

En première ligne, et à l'unanimité..........	M. Hatt.
En deuxième ligne, par ordre alphabétique....	M. de Bernardières. M. Bertin. M. Caspari.
En troisième ligne, et par ordre alphabétique..	M. Angot. M. Lallemand.

Les titres de ces candidats sont discutés.

L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à 6 heures et demie.

M. B.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 21 JUIN 1897,

PRÉSIDENCE DE M. A. CHATIN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les fonctions abéliennes*. Note de M. H. Poincaré.

» *Toute fonction uniforme de p variables, 2p fois périodiques, est le quotient de deux fonctions* Θ.

» Ce théorème fondamental dans la théorie des fonctions abéliennes paraît avoir été connu de Riemann. Weierstrass en a découvert la démonstration, mais ne l'a pas publiée.

» M. Picard et moi nous avons publié dans les *Comptes rendus*, en collaboration, une démonstration de ce théorème fondamental; mais nous devions nous appuyer sur un théorème auxiliaire, que nous admettions et qui peut s'énoncer ainsi :

» *Entre* $p+1$ *fonctions uniformes de p variables,* $2p$ *fois périodiques, sans*

point singulier essentiel à distance finie, il y a toujours une relation algébrique.

» Ce théorème auxiliaire semble avoir été connu de Weierstrass, qui n'en a pas non plus publié la démonstration.

» Depuis, M. Appell a publié, dans le *Journal de Liouville* (1891), une démonstration du théorème fondamental, fondée sur les propriétés d'une certaine équation fonctionnelle, et où il s'appuyait également sur un théorème relatif aux fonctions de deux variables que j'ai démontré dans le Tome II des *Acta mathematica*.

» Je voudrais aujourd'hui :

» 1° Démontrer le théorème auxiliaire ;

» 2° Donner une troisième démonstration du théorème fondamental.

» La démonstration du théorème auxiliaire se divise en trois parties :

» 1° Soient p fonctions périodiques $F_1, F_2, \ldots, F_p$; les zéros communs à ces p fonctions qui sont à l'intérieur du prismatoïde des périodes sont en nombre fini, à moins qu'elles ne forment une infinité continue.

» La démonstration est calquée sur celle qui montre que les zéros d'une fonction analytique d'une variable sont isolés.

» 2° Si les fonctions $F_1, F_2, \ldots, F_p$ dépendent de plusieurs paramètres, et si l'on fait varier ces paramètres d'une manière continue, le nombre des zéros communs, s'il reste fini, demeure constant.

» On se sert, pour la démonstration, de l'intégrale de Kronecker, de la même façon que je m'en suis servi pour montrer que les zéros communs à p fonctions Θ sont au nombre de $p!$ (*Bull. de la Soc. math. de France*, t. XI.)

» Comme conséquence immédiate, si p quelconques des $p+1$ fonctions $F_1, F_2, \ldots, F_p, F_{p+1}$ ont des q zéros communs, alors p polynomes entiers en $F_1, F_2, \ldots, F_{p+1}$, l'un de degré K, les autres du premier degré, auront Kq zéros communs, à moins que leurs zéros ne forment une infinité continue.

» Soit $p=3$ pour fixer les idées.

» 3° Soit S un polynome d'ordre K en F_1, F_2, F_3, F_4; il contient

$$\frac{1}{24}(K+1)(K+2)(K+3)(K+4)$$

coefficients arbitraires. Soient ensuite

$$P_1, P_2, \ldots, P_n$$

n polynomes du premier degré en F_1, F_2, F_3, F_4. Considérons une combi-

naison quelconque de ces n polynomes deux à deux P_i et P_j. Considérons $(Kq+1)$ zéros communs à P_i et à P_j. Nous pourrons disposer des coefficients de S de façon que, pour chacune des combinaisons P_i, P_j, ces $(Kq+1)$ zéros annulent également S; cela sera possible pourvu que

$$(1) \qquad \frac{(K+1)(K+2)(K+3)(K+4)}{24} > \frac{n(n-1)(Kq+1)}{2}.$$

» Alors S, P_i et P_j ayant plus de Kq zéros communs en auront une infinité. Il résulte de là que, si Q_1 est un polynome quelconque du premier degré en F_1, F_2, F_3, F_4, les quatre polynomes S, P_i, P_j et Q_1 auront au moins un zéro commun.

» Mais alors S, P_i et Q_1 auront au moins $n-1$ zéros communs, et, si

$$(2) \qquad n-1 > Kq,$$

ils en auront une infinité.

» Donc si Q_2 est un polynome quelconque du premier degré, S, P_i, Q_1 et Q_2 auront au moins un zéro commun. Donc S, Q_1 et Q_2 en auront au moins n et, par conséquent, une infinité.

» Donc le polynome S présente une triple infinité de zéros; donc c'est une fonction uniforme qui s'annule, ainsi que ses dérivées de tous les ordres. Elle est donc identiquement nulle et il y a une relation algébrique entre les F.

» Il est facile de voir qu'on peut choisir K et n de façon à satisfaire aux inégalités (1) et (2).

» Le théorème auxiliaire est donc établi; passons à la démonstration nouvelle du théorème fondamental. J'ai dit que M. Appell s'était appuyé pour le démontrer sur une proposition que j'ai établie dans le Tome II des *Acta*. Mais il suffit de changer peu de chose à la démonstration de cette proposition elle-même pour que le théorème fondamental s'en déduise immédiatement.

» Supposons $p=2$ pour fixer les idées. Soit F une fonction périodique.

» Soient $x=\xi_1+i\xi_2$, $y=\xi_3+i\xi_4$, et considérons les ξ comme les coordonnées d'un point dans l'espace à quatre dimensions. Il y aura une variété V à deux dimensions le long de laquelle F s'annulera. Soient $d\omega'$ un élément de cette variété; ξ'_1, ξ'_2, ξ'_3, ξ'_4 le centre de gravité de cet élément; soit r la distance des deux points ξ_1, ξ_2, ξ_3, ξ_4 et ξ'_1, ξ'_2, ξ'_3, ξ'_4. Développons $\frac{1}{r^2}$ suivant les puissances des ξ et soit H ce qui reste de ce développement

quand on a supprimé les termes de degrés o, 1 et 2. On aura

$$\Delta H = 0.$$

» Soit maintenant l'intégrale

$$\Phi = \int H \mu' d\omega',$$

où μ' est une fonction des ξ' convenablement choisie et où l'intégrale est étendue à tous les éléments de la variété V.

» 1° Cette intégrale est finie.

» 2° Elle satisfait à l'équation $\Delta\Phi = 0$ et elle est finie, sauf dans le voisinage de la variété V où la différence

$$\Phi - \log|F|$$

est finie.

» 3° Quand les variables augmentent d'une période, la fonction Φ augmente d'un polynome du premier degré par rapport aux ξ.

» Pour que Φ puisse être regardée comme la partie réelle d'une fonction imaginaire, il ne suffit pas que $\Delta\Phi$ soit nulle, mais Φ doit satisfaire à plusieurs autres équations du même genre

$$D_1\Phi = D_2\Phi = \ldots = 0.$$

» Cela n'a pas lieu; mais, d'après le Mémoire cité (*Acta*, t. II), nous aurons

$$D_1\Phi = g_1, \qquad D_2\Phi = g_2, \qquad \ldots,$$

où g_1, g_2 sont des fonctions entières satisfaisant à l'équation de Laplace. Nous verrions ici que g_1, g_2, ... sont périodiques et nous en conclurions que ce sont des constantes.

» Les équations sont d'ailleurs compatibles et il existera un polynome G du second degré, tel que

$$D_1 G = g_1, \qquad D_2 G = g_2, \qquad \ldots.$$

» Alors $\Phi - G$ sera la partie réelle d'une fonction imaginaire

$$\Phi - G + i\Psi.$$

» On verrait aisément qu'en augmentant les variables d'une période on augmente $\Phi - G$, et Ψ, de même que Φ, d'un polynome du premier degré par rapport aux ξ.

» La fonction

$$e^{\Phi - G + i\Psi}$$

est donc une *fonction intermédiaire*. C. Q. F. D. »

HYDRODYNAMIQUE. — *Expression des petites composantes transversales de la vitesse dans les écoulements graduellement variés des liquides.* Note de M. **Boussinesq**.

« I. Notre première approximation donne la même célérité ω à toutes les parties d'une intumescence quelconque. Donc le problème important de leur lente déformation requiert une approximation plus élevée; et celle-ci exige généralement l'évaluation, dans (25) (p. 1265), des termes de $\alpha - \eta$ et η qui dépendent de la variation du mouvement ([1]). Alors l'intégration du système (10) et, par le fait même, le calcul des accélérations u' deviennent inévitables.

» Nous poserons, pour définir le mode de distribution des vitesses aux divers points (y, z), ou (η, ζ), de la section σ d'abscisse x,

$$(39) \qquad \frac{u}{U} = \varphi + \varpi, \qquad \text{ou} \qquad u = U(\varphi + \varpi),$$

φ étant la fonction de η, ζ et de la forme de σ, qui exprimerait le rapport de u à U si le régime uniforme existait à la traversée de cette section, et ϖ, fonction à déterminer de η, ζ, x et t, représentant le petit écart dû à la variation du mouvement. Si nous désignons par le symbole d_c la différentielle *complète* de la quantité écrite à la suite, c'est-à-dire sa différentielle prise en suivant, durant l'instant dt, une même particule fluide (dans son mouvement moyen local), nous aurons successivement, vu que $u = U(\varphi + \varpi)$, que y, z ne figurent pas dans U, enfin que les termes non linéaires par rapport à v, w, ϖ et aux dérivées de u, U, φ en x et t sont négligeables,

$$(40) \left\{ \begin{aligned} u' &= (\varphi + \varpi)\frac{d_c U}{dt} + U\frac{d_c(\varphi + \varpi)}{dt} \\ &= \varphi\left(\frac{dU}{dt} + u\frac{dU}{dx}\right) + U\left(\frac{d\varphi}{dt} + u\frac{d\varphi}{dx} + v\frac{d\varphi}{dy} + w\frac{d\varphi}{dz}\right) + U\left(\frac{d\varpi}{dt} + u\frac{d\varpi}{dx}\right) \\ &= \frac{dU}{dt}\varphi + U\frac{dU}{dx}\varphi^2 + U\left(\frac{d\varphi}{dt} + U\varphi\frac{d\varphi}{dx} + v\frac{d\varphi}{dy} + w\frac{d\varphi}{dz}\right) + U\left(\frac{d\varpi}{dt} + U\varphi\frac{d\varpi}{dx}\right). \end{aligned} \right.$$

([1]) *Comptes rendus*, 8 juin, p. 1265.

» A une première approximation du calcul de u', on pourar même, *ici*, supprimer le dernier terme double, où figurent les deux dérivées de ϖ en t et x. En effet, dans le régime graduellement varié que nous considérons actuellement, la perturbation, ϖ, apportée par la *variation* de l'écoulement au mode de distribution des vitesses, est censée liée aux changements de σ et de U avec x et t, au point de n'être pas d'un ordre de grandeur plus élevé que les dérivées premières de σ ou U en x et t; ce qui réduit les dérivées analogues de ϖ à l'ordre de petitesse supérieur des dérivées secondes de σ ou de U. Ainsi l'on aura

$$(41)\qquad u' = \frac{dU}{dt}\varphi + U\frac{dU}{dx}\varphi^2 + U\left(\frac{d\varphi}{dt} + U\varphi\frac{d\varphi}{dx} + v\frac{d\varphi}{dy} + w\frac{d\varphi}{dz}\right).$$

» II. Le calcul de u' exigera donc l'emploi non seulement de la fonction *connue* φ, mais aussi des deux petites composantes transversales v, w de la vitesse; et il faut préalablement déterminer celles-ci.

» Nous avons donné, à cet effet (p. 1199), la condition d'intégrabilité (1) et l'équation de continuité (2). Il faudra y joindre la relation exprimant que les particules situées à la surface-limite du fluide et supposées s'y mouvoir avec les vitesses moyennes locales, y seront encore à l'époque $t + dt$; et ce sera même cette relation qui, étudiée la première, nous suggérera la marche à suivre pour traiter la question.

» Cette partie du problème, savoir, la recherche de v et w, étant très distincte de la précédente, nous ne nous y astreindrons pas à considérer des sections σ dépendant d'un seul paramètre fonction de x et t, dans le genre du rayon moyen. Nous y admettrons deux tels paramètres distincts a, h; ou, autrement dit, nous prendrons, comme équation de la surface limite du fluide, une relation de la forme

$$(42)\qquad \psi(\eta, \zeta) = 0, \qquad \text{avec} \qquad \eta = \frac{y - y_0}{a}, \qquad \zeta = \frac{z - z_0}{h},$$

a, h étant deux fonctions lentement variables, mais quelconques, de x et t, et y_0, z_0 les coordonnées, par rapport aux axes fixes des y et z, du point où *l'axe hydraulique* perce la section σ d'abscisse x, coordonnées que nous ne pourrons pas toujours supposer nulles et qui seront, en général, comme a et h, des fonctions lentement variables de x et t. Ainsi, les coordonnées transversales *relatives* η, ζ seront les quotients de $y - y_0$, $z - z_0$ par deux longueurs distinctes, a, h, réductibles, il est vrai, au rayon moyen dans le cas de sections toutes semblables. Néanmoins, quand il s'agira, même dans ce cas, de sections rectangulaires très larges, nous appellerons a la demi-

largeur qui, alors, deviendra non pas égale, mais seulement proportionnelle au rayon moyen h.

» Enfin, nous admettrons que la fonction φ donnée, exprimant le mode de distribution des vitesses dans le régime uniforme, soit de la forme simple $\varphi(\eta, \zeta)$; ce que nous savons être vrai tout au moins dans le cas de sections semblables, avec coefficient de frottement extérieur B pareil aux points homologues, et aussi dans le cas de sections rectangulaires très larges, où φ dépend seulement de ζ.

» III. Exprimons, conformément à la condition énoncée, que ψ ne cesse pas de s'annuler quand, à partir de valeurs actuelles de t, x, y, z donnant $\psi = 0$, on fait croître t de dt et x, y, z de $u\,dt$, $v\,dt$, $w\,dt$, ou, très sensiblement, de $U\varphi\,dt$, $v\,dt$, $w\,dt$. Il viendra

$$(43) \qquad \frac{d\psi}{dt} + U\varphi\frac{d\psi}{dx} + v\frac{d\psi}{dy} + w\frac{d\psi}{dz} = 0.$$

» Or, les formules (42) donnent immédiatement

$$(44) \quad \frac{d\psi}{d(t,x)} = -\frac{d\psi}{d\eta}\left[\frac{\eta}{a}\frac{da}{d(t,x)} + \frac{1}{a}\frac{dy_0}{d(t,x)}\right] - \frac{d\psi}{d\zeta}\left[\frac{\zeta}{h}\frac{dh}{d(t,x)} + \frac{1}{h}\frac{dz_0}{d(t,x)}\right],$$

et la relation (43) peut s'écrire

$$(45) \quad \left\{\begin{aligned} &\frac{1}{a}\frac{d\psi}{d\eta}\left[v - \left(\frac{dy_0}{dt} + U\varphi\frac{dy_0}{dx}\right) - \eta\left(\frac{da}{dt} + U\varphi\frac{da}{dx}\right)\right] \\ &\quad + \frac{1}{h}\frac{d\psi}{d\zeta}\left[w - \left(\frac{dz_0}{dt} + U\varphi\frac{dz_0}{dx}\right) - \zeta\left(\frac{dh}{dt} + U\varphi\frac{dh}{dx}\right)\right] = 0.\end{aligned}\right.$$

» Cette condition au contour de σ prendra sa forme la plus simple, si l'on adopte comme fonctions à déterminer, au lieu de v et w, les deux expressions entre crochets. Ou mieux encore, nous extrairons de ces deux parenthèses une partie y ayant respectivement la forme $(a, h)\varkappa\frac{d\gamma}{d(\eta,\zeta)}$, avec deux fonctions, l'une, $\varkappa$, de x et t seuls, l'autre, γ, de η et ζ seuls, à déterminer en vue des plus grandes réductions ultérieures possibles. En un mot, introduisant deux nouvelles inconnues auxiliaires $Ua\lambda$, $Uh\mu$ à la place de v, w, nous poserons

$$(46) \quad \left\{\begin{aligned} v &= \frac{dy_0}{dt} + U\varphi\frac{dy_0}{dx} + \eta\left(\frac{da}{dt} + U\varphi\frac{da}{dx}\right) + \varkappa a\frac{d\gamma}{d\eta} + Ua\lambda, \\ w &= \frac{dz_0}{dt} + U\varphi\frac{dz_0}{dx} + \zeta\left(\frac{dh}{dt} + U\varphi\frac{dh}{dx}\right) + \varkappa h\frac{d\gamma}{d\zeta} + Uh\mu.\end{aligned}\right.$$

» La relation définie (45) deviendra

(47) $$\varkappa\left(\frac{d\psi}{d\eta}\frac{d\gamma}{d\eta}+\frac{d\psi}{d\zeta}\frac{d\gamma}{d\zeta}\right)+\mathrm{U}\left(\frac{d\psi}{d\eta}\lambda+\frac{d\psi}{d\zeta}\mu\right)=0.$$

» IV. Choisissons, comme condition au contour destinée à déterminer la fonction jusqu'ici disponible γ, celle qui s'obtient en annulant le coefficient de $\varkappa$ dans (47). A cet effet, considérant γ dans la section *type* ($a=1$, $h=1$), où η, ζ seraient les vraies coordonnées absolues $y-y_0$, $z-z_0$, supposons qu'on mène sur chaque élément du contour χ', à partir d'un point intérieur infiniment voisin, une normale $d\nu$. Celle qui aboutira ainsi au point (η, ζ) du contour aura ses deux projections $d\eta$, $d\zeta$ sur les axes proportionnelles aux deux dérivées de ψ en η, ζ figurant dans (47); en sorte que l'annulation du coefficient de $\varkappa$ revient à poser

(48) $$\frac{d\gamma}{d\nu}=0 \qquad \text{(le long du contour)}.$$

Donc, la condition (47) sera, en λ et μ,

(49) $$\frac{d\psi}{d\eta}\lambda+\frac{d\psi}{d\zeta}\mu=0 \qquad \text{(le long du contour)}.$$

» V. Transportons actuellement les valeurs (46) de v, w dans l'équation de continuité (2), où le second membre aura, vu l'expression $\mathrm{U}\varphi+\mathrm{U}\varpi$ de u, une première partie, $-\frac{d.\mathrm{U}\varphi}{dx}$, que nous transposerons au premier membre. Si nous observons que la dérivée de φ en x a sa formule pareille à (44), et, de plus, que l'aire σ des sections est proportionnelle au produit ah, d'une part, les dérivées de φ s'élimineront du premier membre, ainsi que a, h, et, d'autre part, les termes en φ s'y réduiront immédiatement, en vertu de (21) [p. 1264], à $-\frac{\varphi}{\sigma}\frac{d\sigma}{dt}$. En appelant enfin $\Delta_2\gamma$ la somme des deux dérivées secondes directes de γ en η et en ζ, il viendra

(50) $$\varkappa\Delta_2\gamma-\frac{1}{\sigma}\frac{d\sigma}{dt}(\varphi-1)+\mathrm{U}\left(\frac{d\lambda}{d\eta}+\frac{d\mu}{d\zeta}\right)=-\frac{d.\mathrm{U}\varpi}{dx}=-\mathrm{U}\frac{d\varpi}{dx}.$$

» Achevons de déterminer les fonctions $\varkappa$ et γ en annulant la somme des deux premiers termes. Il nous faut, pour cela, rappeler l'expression de $\varphi-1$, résultant des formules (29) et (30) de mon Étude de l'année dernière [1],

(51) $$\varphi-1=\frac{k\sqrt{\mathrm{B}_0}}{1+k\sqrt{\mathrm{B}_0}\,\mathfrak{M}\,\mathrm{F}_1}\left[\mathrm{F}_1(\eta,\zeta)-\mathfrak{M}\,\mathrm{F}_1\right],$$

[1] *Comptes rendus*, t. CXXIII, p. 8.

expression qui convient tout au moins pour les sections semblables et pour celles qui sont rectangulaires très larges. Nous devrons donc poser

$$(52)\qquad \varkappa = \frac{k\sqrt{B_0}}{1+k\sqrt{B_0}\,\mathfrak{M}F_1}\,\frac{1}{\sigma}\,\frac{d\sigma}{dt},\qquad \Delta_2\gamma = F_1(\eta,\zeta) - \mathfrak{M}F_1.$$

» On sait que cette dernière équation indéfinie, jointe à la condition au contour (48), déterminera complètement en η et ζ la fonction auxiliaire γ, à une constante près qui disparaît des dérivées de γ en η, ζ et, par suite, des expressions (46) de v, w.

» Enfin, l'équation (50) de continuité sera, en λ et μ,

$$(53)\qquad \frac{d\lambda}{d\eta} + \frac{d\mu}{d\zeta} = -\frac{d\varpi}{dx}.$$

» VI. A une première approximation, la dérivée de ϖ en x est *ici* négligeable, comme se trouvant de l'ordre des dérivées secondes de U et σ, tandis que v, w et, par suite, les parties de λ, μ à évaluer actuellement, sont comparables aux dérivées premières des mêmes quantités. L'équation (53) reviendra donc à poser, en introduisant une nouvelle fonction auxiliaire Φ de t, x, η et ζ,

$$(54)\qquad \lambda = \frac{d\Phi}{d\zeta},\qquad \mu = -\frac{d\Phi}{d\eta}.$$

» Alors la condition spéciale (49), où les deux dérivées partielles de ψ en η, ζ sont entre elles comme les deux projections respectives $d\zeta$, $-d\eta$ d'un élément du contour dans la section type ($a = 1$, $h = 1$), deviendra $d\Phi = 0$ (le long de cet élément) et, par suite, $\Phi =$ une constante C sur tout le contour d'une même section, *si* du moins *l'on admet*, comme nous le ferons, que ce contour soit tout d'une pièce, ou *que la section* σ *n'ait pas à son intérieur de lacune non occupée par le fluide*. Or l'on peut ajouter $-$C à Φ sans modifier les dérivées en η, ζ de cette fonction, ni, par suite, λ, μ. Nous pourrons donc astreindre Φ, dans chaque section en particulier, à vérifier la relation

$$(55)\qquad \Phi = 0 \text{ (sur le contour de la section } \sigma).$$

» D'ailleurs, cette petite fonction Φ (de l'ordre de grandeur de λ, μ), définie dans chaque section et existant par suite dans toutes, aura sa valeur variable avec x et t, mais assujettie à s'annuler, comme on voit, sur toute la surface limite du cours d'eau.

» VII. Avant de développer la condition d'intégrabilité (1), qui nous reste comme équation indéfinie pour achever de déterminer Φ, observons que cette fonction Φ sera identiquement nulle dans les deux cas simples : 1° d'un courant à section rectangulaire d'une très grande largeur *constante* $2a$ et de rayon moyen h, cas où y_0 est une constante et où ψ, F_1 dépendent uniquement de ζ; 2° d'un courant *rectiligne* à section circulaire variable (de rayon R), cas où $y_0 = z_0 = 0$, $a = h = \frac{1}{2}R$ et où η, ζ n'entrent dans F_1, ψ que par le rapport, $\iota = \frac{1}{2}\sqrt{\eta^2 + \zeta^2}$, de la distance r à l'axe au rayon R.

» Alors, en effet, le mouvement se faisant dans les plans ou normaux aux y, ou menés suivant l'axe des x, et de la même manière dans tous, v, w sont les produits respectifs d'une même fonction soit de ζ, soit de ι, par zéro et ζ, ou par η et ζ; et ce sont par conséquent, dans les deux cas, les dérivées en η et en ζ d'une même fonction, dépendant soit de ζ, soit de ι. En outre, les équations (52) et (48) ne font aussi, par raison de symétrie, dépendre γ que de ζ ou de ι. Dès lors, λ, μ, tirés de (46), apparaissent également comme étant deux telles dérivées, en η et ζ, d'une même fonction soit de ζ, soit de ι. Dans le cas de la section rectangulaire large, λ étant ainsi nul, la première équation (54), combinée avec la condition (55) au contour, donne $\Phi = 0$. Dans le second cas, l'égalité des deux dérivées respectives de λ en ζ et de μ en η entraîne, vu (54), l'équation $\Delta_2\Phi = 0$, revenant bien à $\Phi = 0$ par suite de la condition au contour (55).

» Dans les deux cas si importants dont il s'agit, les petites composantes transversales v, w de la vitesse seront donc complètement représentées, à une première approximation, par les formules (46), prises avec λ, μ nuls, et où κ, γ auront les valeurs définies par (48) et (52).

» VIII. Même dans les autres cas, les parties de v, w dépendant de Φ ne donneront, dans la formule de l'accélération longitudinale u', que des termes nuls *en moyenne* sur l'étendue de la section σ, et y restant tels après avoir été multipliés par une puissance quelconque φ^{m-1} de la fonction φ: particularité qui les élimine des équations définitives (17), (18) du mouvement et réduit bien leur importance. »

ASTRONOMIE. — *Note sur le septième Voume des « Annales de l'observatoire de Bordeaux »*; par M. Lœwy.

« Il y a quelques mois, j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie le Tome VI des *Annales de l'observatoire de Bordeaux*. Je viens aujourd'hui offrir à l'Académie, au nom de M. Rayet, le septième Volume des *Annales* de cet établissement scientifique; cette rapide succession dans les publications montre que le Directeur tient à cœur de rendre accessible aux astronomes, aussitôt que possible, le stock des observations accumulées à l'observatoire depuis sa fondation.

» En agissant ainsi, le Directeur se place dans les meilleures conditions pour donner une exactitude plus grande aux études en cours d'exécution. La réduction immédiate des observations permet, en effet, de constater plus facilement les causes multiples d'erreurs accidentelles et systématiques qui les affectent, et d'éliminer ainsi au fur et à mesure leur influence nuisible.

» Nous avons déjà rendu compte du plan général de travail poursuivi à l'observatoire de Bordeaux; mais, en dehors des recherches normales embrassant de nombreuses observations méridiennes et équatoriales résultant de ce programme, je dois signaler à l'Académie deux recherches théoriques intéressantes dues à deux des collaborateurs de M. Rayet.

» Le premier Mémoire, de M. Luc Picart, astronome-adjoint, est relatif à la rotation d'un corps variable. M. Picart a divisé son travail en deux Parties : dans la première, il fait abstraction de la constitution du corps qui se déforme, et il arrive à quelques conclusions générales; dans la deuxième Partie, il traite le cas où le corps se compose d'une partie solide par rapport à laquelle des masses très petites se déplacent. L'auteur a étudié spécialement le cas où l'axe de rotation est voisin d'un axe principal d'inertie et où la déformation est très faible. Il a montré, en s'appuyant sur les recherches de M. Poincaré, que, si l'axe de rotation, au lieu d'être de direction fixe, se déplace dans le voisinage de l'axe d'inertie, il ne peut décrire un cône fermé qu'avec une période déterminée par la grandeur des moments d'inertie principaux du système. Quand il s'agit de la Terre, cette période est la période eulérienne.

» Dans la seconde Partie, M. Picart rapporte la position de l'axe de rotation à la partie solide. Il montre que l'on peut négliger le déplace-

ment du centre de gravité de la partie solide, mais qu'il est nécessaire d'établir une distinction entre la rotation moyenne définie dans le cas général et la rotation de la partie solide. Enfin, il étudie successivement les déplacements de l'axe de rotation quand une seule masse mobile décrit soit une verticale, soit un parallèle, soit un méridien.

» Cette étude renferme non seulement des renseignements très utiles au point de vue de la théorie, mais possède aussi une importance pour l'Astronomie pratique. Dans certains cas spéciaux, elle est de nature à fournir des éclaircissements précieux sur l'effet des phénomènes qui peuvent intervenir dans la variabilité des latitudes.

» La recherche de M. Féraud, aide astronome, est relative à une question des plus épineuses de la Mécanique céleste. En s'appuyant sur un travail de M. Darboux, concernant l'approximation des fonctions de grands nombres, M. Poincaré, à l'occasion de ses belles recherches sur l'existence de nouvelles intégrales uniformes, a montré la possibilité d'arriver à la valeur approchée des termes les plus éloignés de la fonction perturbatrice, ouvrant ainsi aux jeunes astronomes un vaste champ d'investigation.

» M. Féraud, dans la première Partie de son travail, montre que les résultats obtenus dans le cas d'une variable se rattachent directement au Mémoire de M. Darboux. Dans la seconde Partie, il étudie les fonctions de deux variables et définit, par une intégrale double, une fonction d'une seule variable, développable suivant les puissances croissantes ou décroissantes, et dont l'étude conduit à la détermination d'une suite simplement infinie de coefficients de la fonction des deux variables considérées.

» Dans la troisième et la quatrième Partie, l'auteur applique les résultats précédents à différents cas du problème des trois corps. Il présente une discussion nouvelle des résultats précédemment établis par MM. Poincaré et Hamy, relativement au cas de deux orbites circulaires situées dans des plans quelconques, et au cas où les deux trajectoires se trouvent dans un même plan, mais l'une d'elles étant circulaire et l'autre elliptique, l'orbite circulaire enveloppant l'orbite elliptique. Enfin, l'auteur termine son analyse en montrant que son procédé de discussion s'applique encore lorsque l'orbite elliptique enveloppe l'orbite circulaire. Comme ce court exposé le révèle, le Mémoire de M. Féraud est très instructif; il confirme et complète d'une manière heureuse quelques-unes des conclusions les plus délicates, relatives à la solution du problème des trois corps, et constitue ainsi un nouveau progrès dans cet ordre d'idées. »

PHYSIQUE. — *Examen de quelques spectres.* Note de M. **Lecoq de Boisbaudran.**

« Or (*Pl. XXVI*). — MM. Eder et Valenta reviennent sur la critique de mon spectre de Au, faite par M. Krüss. M. Demarçay a montré [1] que les objections de M. Krüss n'étaient pas fondées. Sauf la faible raie 433,8, dont je n'oserais pas affirmer l'origine, mais que je vois toujours dans l'étincelle (non condensée) avec la solution très concentrée de $AuCl^3$, M. Demarçay a retrouvé toutes mes raies métalliques.

» Il était d'ailleurs invraisemblable que la forte raie Au 523,0 eût été due au Pd et que Au 406,4, la plus forte de toutes avec une bobine à court fil, fût étrangère à l'or.

» L'or pur du commerce n'aurait pas donné un spectre appréciable du palladium et je n'avais pas manqué de bien purifier mon or.

» A l'exception de 433,8, toutes mes raies métalliques ont été vues par MM. Eder et Valenta. Les autres raies (sauf peut-être 592,5) se retrouvent dans le spectre de flamme du $AuCl^3$; on le voit en comparant les deux dessins de ma *Pl. XXVI*.

» La faible raie 592,5 (Å) est difficile à voir et à mesurer. Je l'ai obtenue autrefois avec $AuCl^3$ et des électrodes de Pd ou de Pt. L'ayant examinée de nouveau, je l'ai trouvée encore un peu plus faible et plus nébuleuse qu'il n'est indiqué sur mon dessin. Des mesures m'ont donné environ 592,56 (Å). Dans la flamme, la grosse bande 591,3 masquerait 592,5, si cette raie y existait.

» Je vois donc toujours la faible raie 592,5 avec $AuCl^3$ dans l'étincelle, mais je ne saurais rien affirmer quant à son origine. MM. Eder et Valenta ont une raie faible et indistincte, à 592,143 (R^d) (592,043 Å). Serait-ce la même?

» Si je lis bien leur texte, MM. Eder et Valenta disent que ma bande 560,1 [2] n'est pas à l'or, non plus que ma raie 521,2. En se reportant à

---

[1] *Comptes rendus*, 23 avril 1888, p. 1228.

[2] Cependant, MM. Eder et Valenta indiquent une raie à 560,036 (R^d) (559,93 Å).

mes dessins, on trouvera 560,1 ([1]) et 521,2 ([2]) parmi les principales raies, ou bandes, du Au Cl^3 volatilisé dans la flamme.

» MM. Eder et Valenta disent que ma raie 444,2 n'est pas à l'or. Je n'ai pas cette raie; j'en ai une à 443,77 (Å) (443,84 R^d), mais elle a été vue par MM. Eder et Valenta à 443,737 (R^d).

» Je n'ai pas non plus donné de raie à 434,5; je n'ai vu par là que la raie 433,81 (Å) (433,87 R^d). J'ai fait de nouveaux essais au sujet de cette raie 433,8. Une série de mesures (difficiles) a donné

433,83 (Å) (433,89 R^d).

» Dans un tube au vide, le Cl a une grosse raie nébuleuse que j'ai mesurée à environ 434,30 ([3]) (Å). Cela me paraît un peu loin de 443,83. De plus, les aspects des raies sont très différents.

» A l'air libre, entre des pointes de platine, l'étincelle condensée donne une grosse raie que je trouve à 434,75 (Å). Cela est loin de 433,83 ([4]).

» Dans le voisinage de 433,8, je ne vois de plus, avec l'étincelle condensée (tirée entre des pôles secs ou humides), qu'une raie faible et nébuleuse, à environ 433,51 ([5]) (Å) : raie bien faible et assez sensiblement plus réfrangible que celle vue avec Au Cl^3.

» La raie AuCl^3 433,8 ne semble donc pas appartenir à l'hydrogène, quoiqu'elle en soit voisine (Angström donne H = 434,01).

([1]) Dans le spectre électrique, le maximum d'intensité est plus accentué que dans le spectre de flamme, mais sa position coïncide sensiblement avec le maximum de la bande de flamme.

([2]) Forte raie du Au Cl^3 dans la flamme. Mesurée à 521,0.

([3]) Plücker (cité par Watts) indique pour Cl : 434,66 (Å), intensité 8; et 433,88 (Å), intensité 2.

([4]) Schuster (cité par Watts) donne pour l'oxygène : 434,69 (Å?), intensité 5; et 434,90 (Å?), intensité 6. Moyenne = 434,795. La moyenne de tous les auteurs cités par Watts est : 434,74 (Å?) pour la raie double de l'oxygène.

([5]) Également visible, mais toujours faible, dans l'air, entre des électrodes d'or et aussi avec un pôle de platine sur une solution de HCl amenée par une mèche en fils de platine.

» Une solution moyennement concentrée de $AuCl^3$ ne m'a pas montré 433,8 avec l'étincelle condensée.

» En résumé, la raie 433,8 se voit toujours, mais non sans quelque difficulté, avec l'étincelle non condensée et une solution *très concentrée* de $AuCl^3$. Pas plus que M. Demarçay (avec sa bobine à court fil), ni que MM. Eder et Valenta, je ne vois cette raie entre des pôles d'or métallique et par l'emploi de l'étincelle condensée; je n'arrive cependant pas à l'identifier, d'une façon certaine, avec aucune des raies de : Cl, H, O, Az, Ar (¹), corps présents dans l'étincelle tirée sur $AuCl^3$ ».

PALÉONTOLOGIE. — *Note de M.* Pomel *accompagnant la présentation de son Ouvrage sur les « Mammifères quaternaires fossiles algériens, monographie des Porcins »*.

« J'ai l'honneur d'offrir à l'Académie des Sciences une nouvelle monographie comprenant les Porcins.

» Premier genre, *Sus :* Je n'aurai pas à m'occuper du *Sus phacochœroïdes* du pléiocène de Numidie, que je n'ai point rencontré; c'est un vrai Sus, dont les molaires ont une structure compliquée, plus que les espèces typiques, mais bien distincte de celle des Phacochères.

» Les cavernes des environs d'Alger ont fourni deux espèces : *Sus algericus,* à front plutôt plat que convexe, et de taille à peine supérieure au Sanglier, et *Sus barbarus,* sensiblement moindre, à talon des arrière-molaires plus simple, moins étendu, à tubercules moins nombreux.

» Hérodote et Pline, ce qui s'explique moins, ont prétendu que le Sanglier était étranger à la Barbarie: c'était une erreur. M. Waisse, professeur à l'École des Sciences d'Alger, a trouvé des ossements dans les ruines de Cherchell, *Julia casarca*. Puis le crâne de Sanglier à l'état de bibelot ou d'amulette n'est pas rare et vient contredire les assertions de Pline et d'Hérodote.

» Le sanglier d'Algérie m'a présenté une particularité assez remarquable; comme les Ruminants, il avait le cuboïde et le scaphoïde du tarse soudés en un seul os, moins compact cependant.

» Le Cochon domestique, en Algérie, et qui est probablement le *Sus iberus*

(¹) Les deux fortes raies de l'argon rouge sont : 433,5491 et 433,3714 (Rd) Kayser; 433,542 et 433,365 (Rd) Eder et Valenta.

de Sanson, plus ou moins de race pure, a le plus souvent la fosse osicranienne de l'humérus imperforée et lorsqu'elle l'est, cela tient sans doute à l'hybridation avec l'espèce celtique et en état de régression.

» Deuxième genre, *Phacochère :* c'est un genre tout à fait aberrant de suissien par sa dentition. Ses arrière-molaires sont prismatiques, composées de nombreux cylindres accolés, simulant presque des dents d'éléphant. A l'époque actuelle, les Phacochères habitent tous les régions intertropicales du continent africain. Quelles ont été les modifications profondes de climatologie qui leur ont permis de s'étendre sur tout le nord de la Libye aux temps quaternaires? Les mêmes, sans doute, que celles qui ont permis au *canna* et au *cannochère* d'y venir; nous ne pouvons en avoir une idée.

» C'est probablement au Phacochère du haut Nil que Pline a donné le nom de *Catoblipas* et non au *Gnu.*

» La spécification de ce genre est encore entourée de bien des incertitudes, à la suite de matériaux incomplets, et les fossiles ne sont guère mieux connus. Il y a cependant des différences dans les nombres et la disposition des cylindres accessoires des molaires pour faire admettre que le fossile était spécial et je le désigne sous le nom de *Mauritanicus;* il est probable qu'une autre espèce à cylindres des molaires plus comprimés montre un autre type que je nomme *Phacocherus barbarus.* Ces animaux ont laissé leurs débris dans des stations les plus récentes. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Membre dans la Section de Géographie et Navigation, pour remplir la place laissée vacante par le décès de M. *d'Abbadie.*

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 59,

M. Hatt	obtient.	28	suffrages,
M. Bertin	»	19	»
M. de Bernardières	»	11	»
M. Caspari	»	1	»

Aucun candidat n'ayant obtenu la majorité absolue des suffrages, il est procédé à un second tour de scrutin.

Au second tour du scrutin, le nombre des votants étant 59,

M. Hatt	obtient.	31 suffrages,
M. Bertin	»	26 »
M. de Bernardières	»	2 »

M. **Hatt**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu. Sa nomination sera soumise à l'approbation du Président de la République.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **F.-E. Paumier** soumet au jugement de l'Académie un Mémoire « Sur le Déluge universel ».

(Renvoi à la Section de Géologie.)

CORRESPONDANCE.

La **Municipalité de Neuilly** invite l'Académie des Sciences à se faire représenter à l'inauguration de la statue de *Perronet*, qui aura lieu à Neuilly le 4 juillet, à 3h de l'après-midi.

L'Académie désigne M. **Maurice Lévy** et M. **Léauté** pour la représenter à cette cérémonie.

M. **Berthelot** annonce à l'Académie la perte que la Science vient de faire en la personne de M. le Professeur *R. Fresenius*, l'un des doyens de la Chimie, si connu par son Laboratoire et ses Ouvrages d'Analyse.

Il rappelle le concours prêté par M. Fresenius à la souscription pour le monument Lavoisier, dont il a été le promoteur en Allemagne.

ASTRONOMIE. — *Sur le mouvement des périhélies de Mercure et de Mars, et du nœud de Vénus*. Note de M. **Simonin**, présentée par M. Poincaré.

« Nous nous proposons, dans cette Note, d'expliquer, à l'aide d'une hypothèse simple, les différences entre les valeurs observées et théoriques

des longitudes des périhélies ou des nœuds de certaines grosses planètes.

» Il suffit, pour cela, d'admettre que le centre de gravité G du Soleil diffère de son centre de figure O.

» Soient x, y, z les coordonnées du centre d'une planète, rapportées au centre de figure O du Soleil. En prenant la constante de Gauss égale à l'unité, et en désignant par R la fonction perturbatrice, on obtient x, y, z en intégrant les équations suivantes, dans lesquelles les notations sont bien connues :

$$(1)\qquad \begin{cases} \dfrac{d^2x}{dt^2} + \dfrac{x}{r^3} = \dfrac{\partial R}{\partial x}, \\ \dfrac{d^2y}{dt^2} + \dfrac{y}{r^3} = \dfrac{\partial R}{\partial y}, \\ \dfrac{d^2z}{dt^2} + \dfrac{z}{r^3} = \dfrac{\partial R}{\partial z}. \end{cases}$$

» Admettons que les différences δx, δy, δz, entre les coordonnées ainsi obtenues et les coordonnées véritables, correspondent à des variations inexpliquées des longitudes du périhélie ou du nœud, et cherchons à calculer δx, δy, δz, en supposant que G décrit une courbe plane autour de O.

» Soient x_0, y_0, z_0 les coordonnées de G par rapport aux axes précédents, et x', y', z' les coordonnées du centre de la planète relatives à des axes passant par G et parallèles aux premiers.

» Nous avons

$$(2)\qquad \begin{cases} x' = x + \delta x - x_0, \\ y' = y + \delta y - y_0, \\ z' = z + \delta z - z_0. \end{cases}$$

» Les équations qui définissent x', y', z' sont

$$(3)\qquad \begin{cases} \dfrac{d^2x'}{dt^2} + \dfrac{x'}{r'^3} = \dfrac{\partial R}{\partial x'}, \\ \dfrac{d^2y'}{dt^2} + \dfrac{y'}{r'^3} = \dfrac{\partial R}{\partial y'}, \\ \dfrac{d^2z'}{dt^2} + \dfrac{z'}{r'^3} = \dfrac{\partial R}{\partial z'}. \end{cases}$$

» Si nous retranchons membre à membre les équations (1) et (3), et que nous négligions les carrés et les produits deux à deux de δx, δy, δz,

x_0, y_0, m_i (m_i, masse d'une planète troublante), nous obtenons des équations telles que la suivante :

$$(4) \qquad \frac{d^2\,\delta x}{dt^2} - \frac{d^2 x_0}{dt^2} + \frac{\delta x - x_0}{r^3} - \frac{3\,x}{r^5}(xx_0 + yy_0) = 0.$$

Dans cette équation (4), nous négligeons $x\,\delta x + y\,\delta y + z\,\delta z$ ou $r\,\delta r$, parce que nous supposons nuls δa et δe.

» En adoptant les notations ordinaires, nous avons

$$(5) \qquad \begin{cases} x = r\cos(v+\varpi)\cos\Omega - r\sin(v+\varpi)\cos i\sin\Omega, \\ y = r\cos(v+\varpi)\sin\Omega + r\sin(v+\varpi)\cos i\cos\Omega, \\ z = r\sin(v+\varpi)\sin i. \end{cases}$$

Si nous dérivons ces expressions et que, ensuite, nous supposions que l'axe des x passe par le nœud de la planète, il vient, en remplaçant v par nt et en négligeant le produit de $\delta\varpi$ et de $\delta\Omega$ par $\sin i$ ou $\sin^2\frac{i}{2}$,

$$(6) \qquad \begin{cases} \delta x = -a\sin(nt+\varpi)(\delta\varpi + \delta\Omega), \\ \delta y = a\cos(nt+\varpi)(\delta\varpi + \delta\Omega), \\ \delta z = 0. \end{cases}$$

» Cherchons si l'on peut vérifier l'équation (4) en admettant pour x_0, y_0 des expressions de la forme

$$(7) \qquad \begin{cases} x_0 = A\cos(\alpha t + \beta), \\ y_0 = A\sin(\alpha t + \beta), \end{cases}$$

où A, α, β sont des constantes.

» L'équation (4) devient

$$(8) \qquad \begin{cases} A\alpha^2\cos(dt+\beta) - 2au\cos(nt+\varpi)\left(\frac{d\delta\varpi}{dt} + \Omega\,\frac{\delta\Omega}{dt}\right) \\ \quad - \frac{A}{a^3}\cos(\alpha t+\beta) - \frac{3A}{a^3}\cos(nt+\varpi)\cos(n - \alpha t + \varpi - \beta) = 0. \end{cases}$$

» La relation (8) se vérifie identiquement si l'on prend

$$(9) \qquad \begin{cases} \alpha = n, \\ \beta = \varpi, \\ A = -\frac{2}{3}\,\frac{a}{n}\left(d\,\frac{\delta\varpi}{dt} + \frac{\delta\Omega}{dt}\right). \end{cases}$$

» Si l'on adopte, pour les variations séculaires des éléments de Mercure, de Vénus et de Mars, les nombres donnés par M. Newcomb (voir *Comptes rendus*, t. CXIX, p. 984), les valeurs de A, exprimées en kilomètres, sont :

	km
A Mercure	2,94
A Vénus	3,39
A Mars	17,60

» Elles sont vues de la Terre, sous des angles respectivement égaux à

$$0'',008, \quad 0'',009 \quad \text{et} \quad 0'',049.$$

» Si l'on admet que le mouvement de G par rapport à O est la résultante des trois mouvements considérés ci-dessus, on remarque qu'à l'aide du premier on explique la variation séculaire du périhélie de Mercure, tandis qu'il en résulte pour les autres planètes une perturbation périodique tout à fait négligeable; on le voit aisément en intégrant l'équation (4), où x_0, y_0 sont supposés connus. De même les deux autres mouvements expliquent les variations du nœud de Vénus et du périhélie de Mars. »

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Sur les surfaces qui peuvent, dans plusieurs mouvements différents, engendrer une famille de Lamé.* Note de M. **Eugène Cosserat**, présentée par M. Darboux.

« La question, posée par M. Darboux dans son *Cours* de 1890-91, de déterminer toutes les surfaces qui peuvent, dans *plusieurs* mouvements différents, engendrer une famille de Lamé a fait, comme on sait, l'objet de plusieurs travaux; mais ces recherches n'ont, en somme, conduit jusqu'ici qu'à des résultats négatifs et n'ont pas donné de surfaces nouvelles en dehors des solutions évidentes telles que le plan, la sphère, les cylindres, les cônes et les surfaces de révolution.

» Il y a donc peut-être intérêt à montrer que les solutions précédentes ne sont pas les seules satisfaisant à la question qui revient, ainsi que l'a montré M. Darboux, à la recherche des intégrales communes à certaines équations aux dérivées partielles du troisième ordre à une inconnue.

» Une solution nouvelle et qui, au premier abord, semble plus cachée, est mise en évidence par la proposition suivante :

» *Toute cyclide de Dupin peut, dans deux mouvements différents, engendrer une famille de Lamé; parmi les mouvements qui résultent de la compo-*

sition des deux premiers et qui jouissent de la même propriété à l'égard de la surface, se trouvent deux rotations autour des deux droites rectangulaires D *et* Δ, *par lesquelles passent respectivement les plans des deux séries de lignes de courbure circulaires de la cyclide de Dupin considérée.*

» La propriété des deux axes de rotation D et Δ est manifestement une conséquence immédiate de ce que la figure inverse de toute cyclide de Dupin, par rapport à un de ses points doubles, est un cône de révolution; le reste de la proposition est ensuite une application évidente des recherches de M. Darboux.

» On peut d'ailleurs faire résulter aussi la même proposition de ce que *les centres de courbure géodésique des deux séries de lignes de courbure d'une cyclide de Dupin décrivent deux droites rectangulaires, savoir les droites* D *et* Δ; il suffit, à cet effet, d'adjoindre cette remarque à l'élégant théorème de M. Petot.

» On observera, à l'égard de chacune des familles de Lamé engendrées par la cyclide de Dupin en tournant autour des droites D et Δ, que les familles qu'il faut leur adjoindre pour composer un système triple orthogonal sont : l'une, composée de sphères qui ne sont pas égales, l'autre de surfaces qui, *à une exception près,* sont toutes identiques entre elles, mais de nature transcendante.

» Cette observation particulière est bien conforme à des remarques générales qu'il est facile d'énoncer à l'égard des familles de Lamé, composées de surfaces toutes égales.

» Considérons, par exemple, une surface S, qui, en tournant autour d'une droite D, engendre une famille de Lamé et supposons que les lignes de courbure de S ne soient pas indéterminées, en sorte que S ne pourra être ni une sphère, ni un plan. Il est clair qu'une surface Σ des deux autres familles de Lamé associées à la famille engendrée par S restera, en tournant autour de D, orthogonale aux différentes positions de la surface S qu'elle coupera suivant des lignes de courbure. Deux cas sont alors à distinguer selon que la surface Σ glisse ou non sur elle-même; si le second cas se présente pour deux surfaces appartenant respectivement aux deux familles orthogonales aux positions de S, on voit que les trois familles du système orthogonal seront chacune composées de surfaces qui, en exceptant peut-être quelques surfaces prises parmi elles, seront toutes identiques. Si, au contraire, le premier cas se présente pour toutes les surfaces Σ d'une famille, cette dernière sera composée de sphères ayant leurs centres sur D

ou de plans perpendiculaires à D, puisque nous avons exclu le cas où la surface S se réduirait à un plan. »

Observations de M. **Darboux**, *relatives à la Communication précédente.*

« On peut rattacher l'élégant résultat obtenu par M. Cosserat à la proposition générale suivante :

» Considérons une famille de sphères ayant leurs centres sur une ligne droite (D), il existe une infinité de surfaces coupées à angle droit et, par conséquent, suivant des lignes de courbure, par les sphères précédentes. Ces surfaces ont été étudiées pour la première fois par Joachimsthal et elles peuvent être aussi définies par la propriété d'admettre comme lignes de courbure toutes les sections par des plans contenant la droite (D). Cela posé, il est très aisé de démontrer la proposition suivante :

» Considérons une surface quelconque de Joachimsthal; elle engendre une famille de Lamé si on la fait tourner autour de la droite (D), par laquelle passent les plans de toutes ses lignes de courbure planes. Pour compléter le système triple orthogonal dont fait partie cette famille de Lamé, il faut adjoindre à la famille des sphères qui coupent la surface proposée à angle droit une seconde famille engendrée par une autre surface de Joachimsthal, tournant autour de la droite (D). Pour cette seconde surface, comme pour la première, les lignes de courbure planes sont contenues dans des plans passant par (D). On l'obtient par une simple quadrature.

» Les cyclides de Dupin peuvent être envisagées de deux manières différentes comme des surfaces de Joachimsthal, ce qui conduit immédiatement au théorème de M. Cosserat. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une classe de fonctions hyperabéliennes.* Note de M. **H. Bourget**, présentée par M. E. Picard.

« 1. On sait, d'après M. Hermite, que les transformations du premier ordre effectuées sur les périodes d'un système de fonctions abéliennes de genre *deux* conduisent à un groupe très intéressant de substitutions, relatives aux périodes des intégrales normales τ_{11}, τ_{12}, τ_{22}, et que ces substitutions ne sont pas linéaires.

» Dans son Mémoire sur les *fonctions hyperabéliennes* (*Comptes rendus,* 17 mars 1884 et *Journal de Liouville,* 1885), M. Picard a fait la remarque importante, que, en fixant la valeur du déterminant $\tau_{12}^2 - \tau_{11}\tau_{22}$ égale à un nombre entier positif D, on isolait du groupe, un sous-groupe composé de substitutions linéaires et a démontré qu'en posant

$$\tau_{11} = -\frac{2\sqrt{D}}{\xi+\eta}, \qquad \tau_{12} = \sqrt{D}\,\frac{\xi-\eta}{\xi+\eta}, \qquad \tau_{22} = \frac{2\sqrt{D}\,\xi\eta}{\xi+\eta},$$

les substitutions correspondantes sur les paramètres ξ, η sont de l'une des formes

$$(A)\quad \left(\xi,\eta;\ \frac{a\xi+b}{c\xi+d},\ \frac{l\eta+m}{p\eta+q}\right); \qquad (B)\quad \left(\xi,\eta;\ \frac{a\eta+b}{c\eta+d},\ \frac{l\xi+m}{p\xi+q}\right).$$

» 2. En étudiant ce groupe hyperabélien, nous avons établi que, en désignant la transformation du premier ordre par

$$(1)\qquad \begin{vmatrix} a_0 & a_1 & a_2 & a_3 \\ b_0 & b_1 & b_2 & b_3 \\ c_0 & c_1 & c_2 & c_3 \\ d_0 & d_1 & d_2 & d_3 \end{vmatrix},$$

les substitutions (A) et (B) sont

$$(A)\quad \left[\xi,\eta;\ \frac{(a_0-a_2\sqrt{D})\xi-(a_1+a_3\sqrt{D})}{-(b_0-b_2\sqrt{D})\xi+(b_1+b_3\sqrt{D})},\ \frac{(a_0+a_2\sqrt{D})\eta+(a_1-a_3\sqrt{D})}{(b_0+b_2\sqrt{D})\eta+(b_1-b_3\sqrt{D})}\right],$$

$$(B)\quad \left[\xi,\eta;\ -\frac{(a_0+a_2\sqrt{D})\eta+(a_1-a_3\sqrt{D})}{(b_0+b_2\sqrt{D})\eta+(b_1-b_3\sqrt{D})},\ \frac{(a_0-a_2\sqrt{D})\xi-(a_1+a_3\sqrt{D})}{(b_0-b_2\sqrt{D})\xi-(b_1+b_3\sqrt{D})}\right],$$

les déterminants de chacune de ces deux substitutions étant, en outre, égaux à $+1$.

» 3. Les substitutions (A) et (B) forment un groupe dans lequel les substitutions (A) constituent un sous-groupe d'indice 2. Nous avons démontré directement que ce groupe est proprement discontinu pour toutes les valeurs de ξ et η dont la partie imaginaire n'est pas nulle. Ce résultat est identique à celui qu'a obtenu M. Picard en utilisant la réduction continuelle des formes quadratiques quaternaires. Si D est un carré, la propriété est évidente, car le groupe se réduit à la superposition de deux groupes fuchsiens.

» 4. Nous avons établi également qu'on pouvait prendre pour substitu-

tions fondamentales du groupe les *cinq* substitutions suivantes S_1, S_2, S_3, S_4, S_5 :

$$[\xi, \eta; \xi + 1, \eta - 1], \quad [\xi, \eta; \xi - \sqrt{D}, \eta - \sqrt{D}], \quad \left[\xi, \eta; -\frac{1}{\xi}, -\frac{1}{\eta}\right],$$
$$[\xi, \eta; (a - c\sqrt{D})\xi, (a + c\sqrt{D})\eta], \quad [\xi, \eta; \eta, \xi],$$

(a, c) désignant la plus petite solution entière de l'équation de Pell

$$x^2 - Dy^2 = 1.$$

» 5. M. Picard a démontré que le groupe en question est isomorphe au groupe des substitutions semblables entières de la forme quadratique quaternaire

$$\omega_1^2 - D\omega_2^2 + \omega_3\omega_4.$$

Partant de là, nous avons retrouvé la forme des substitutions (A) et (B), donné une interprétation géométrique non euclidienne de ces substitutions, et montré que le domaine fondamental du groupe ne peut avoir qu'*un* point commun avec le domaine dans lequel ξ et η sont réels.

» 6. Enfin, étudiant l'effet des substitutions fondamentales sur les dix fonctions ϑ paires à arguments nuls, nous voyons que ces fonctions se permutent à des facteurs constants près, lesquels sont de deux sortes : des racines huitièmes de l'unité et des constantes dépendant des sommes de Gauss à deux variables. Les Tableaux suivants, dans lesquels les fonctions ϑ sont représentées par leurs indices, résument les lois de ces permutations.

$D > 2.$

Subst.	5.	01.	4.	23.	0.	14.	12.	03.	34.	2.	Const.
S_1....	5	01	23	4	12	03	0	14	34	2	1
S_2....	2	34	$-e^{\frac{i\pi}{4}D}$ 23	$-e^{\frac{i\pi}{4}D}$ 4	$e^{\frac{i\pi}{4}}$ 12	$-e^{\frac{i\pi}{4}(D+1)}$ 14	$e^{\frac{i\pi}{4}}$ 0	$-e^{\frac{i\pi}{4}(D+1)}$ 03	01	5	C_2
S_3....	5	4	01	23	0	14	34	2	12	03	1
S_4....	5	01	4	23	0	14	12	03	34	2	C_4
S_5....	5	01	4	23	0	14	12	03	34	2	1

$D = 2.$

Subst.	5.	01.	4.	23.	0.	14.	12.	03.	34.	2.	Const.
S_1....	5	01	23	4	12	03	0	14	34	2	1
S_2....	01	5	$e^{\frac{i\pi}{2}}$ 23	$e^{\frac{i\pi}{2}}$ 4	$e^{\frac{i\pi}{2}}$ 0	$-e^{-\frac{i\pi}{4}}$ 14	$e^{\frac{i\pi}{4}}$ 12	$-e^{-\frac{i\pi}{4}}$ 03	2	34	C_2
S_3....	5	4	01	23	0	14	34	2	12	03	1
S_4....	5	01	4	23	0	14	12	03	34	2	C_4
S_5....	5	01	4	23	0	14	12	03	34	2	1

» Laissant de côté le cas particulier de $D = 2$, il résulte, du Tableau ci-dessus, que les fonctions ϑ se partagent en deux groupements formant chacun comme un système fermé : le groupement $(\vartheta_5, \vartheta_2, \vartheta_{03}, \vartheta_{14})$, qui est d'ailleurs le quadruplet de Göpel, et le groupement $(\vartheta_{01}, \vartheta_{34}, \vartheta_4, \vartheta_{12}, \vartheta_{23}, \vartheta_0)$. On peut donc obtenir une infinité de fonctions invariables par les substitutions du groupe, en prenant deux fonctions symétriques quelconques des puissances huitièmes des fonctions ϑ d'un même groupement ou des deux groupements, en les élevant à des puissances convenables et en en prenant le rapport.

» Nous réservons pour une seconde Note, si l'Académie veut bien le permettre, les résultats obtenus dans l'étude des fonctions de ce groupe voisin du groupe modulaire. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur certaines équations analogues aux équations différentielles.* Note de M. C. **Bourlet**, présentée par M. Appell.

« Soit $\mathfrak{T}$ le symbole opératif d'une *transmutation additive* [1] *donnée;* désignons par $\mathfrak{T}^2$, $\mathfrak{T}^3$, ... les puissances symboliques de cette opération, de sorte que

$$\mathfrak{T}^2 u = \mathfrak{T}(\mathfrak{T} u), \qquad \mathfrak{T}^3 u = \mathfrak{T}(\mathfrak{T}^2 u), \qquad \ldots.$$

Si l'on se donne une équation de la forme

$$(1) \qquad p_0 \mathfrak{T}^m u + p_1 \mathfrak{T}^{m-1} u + \ldots + p_{m-1} \mathfrak{T} u + p_m u = 0,$$

on a là une sorte d'*équation opérative* pour déterminer la fonction inconnue u, de la variable x, analogue à une équation différentielle linéaire. Les propriétés des équations (1) sont, en tous points, semblables à celles de ces dernières. En particulier, dans le cas où les coefficients $p_0 \ldots p_m$ sont constants, on obtient m intégrales de l'équation (1), dès qu'on connaît une fonction $\psi(x, r)$ vérifiant l'équation

$$(2) \qquad \mathfrak{T}\psi = r\psi,$$

---

[1] Voir à ce sujet : ma Note des *Comptes rendus*, du 15 février 1897, et mon Mémoire : *Sur les opérations, en général,* paru dans les *Annales de l'École Normale supérieure,* avril-mai 1897.

en donnant à r les m valeurs racines de l'équation

$$p_0 r^m + p_1 r^{m-1} + \ldots + p_{m-1} r + p_m = 0.$$

» Il est facile de donner une expression de ψ qui vérifie *formellement* l'équation (2); car, soit $a_0(x)$ une fonction de x et construisons une suite infinie dans les deux sens

$$\ldots,\quad a_{-2},\quad a_{-1},\quad a_0,\quad a_1,\quad a_2,\quad \ldots$$

de fonctions telles que l'on ait, pour toutes les valeurs de i,

$$\mathfrak{T} a_i = a_{i-1},$$

la série, infinie dans les deux sens,

$$(3) \qquad \psi = \sum_{i=-\infty}^{i=+\infty} a_i(x)\, r^i$$

répond à la question. Il reste, évidemment, dans chaque cas particulier, à montrer qu'on peut choisir $a_0(x)$ de façon que la série (3) soit convergente (1).

» J'ai appliqué ces généralités au cas où la transmutation $\mathfrak{T}$ est une substitution, c'est-à-dire où l'on a

$$\mathfrak{T} u(x) = u[\varphi(x)],$$

$\varphi(x)$ étant une fonction de substitution *donnée*, on a ainsi les équations fonctionnelles étudiées par M. Grévy, dans sa Thèse, et l'équation (2) n'est autre chose que l'équation de Schröder intégrée par M. Kœnigs. Je suis ainsi parvenu à la proposition intéressante que voici, qui fournit un nouveau procédé (2) d'intégration de l'équation de Schröder :

» *S'il existe une racine a de l'équation*

$$\varphi(x) - x = 0$$

pour laquelle $|\varphi'(a)|$ *est différent de l'unité, on peut trouver, dans un domaine*

---

(1) Un premier cas particulier intéressant est celui considéré par M. Pincherle [*Sulle operat. distrib. commutabili con una op. data* (*R. C. dell' Acc. R. d. Sc. di Torino*, 1895)], où il existe au moins une fonction $a_0(x)$ vérifiant l'équation $\mathfrak{T} a_0 = 0$; dans ce cas, les a_i à indices négatifs sont toutes nulles et l'on n'a plus qu'une série infinie dans un sens.

(2) Ce procédé avait déjà été indiqué par M. Appell dans deux cas particuliers : *Comptes rendus*, 21 avril et 19 mai 1879.

convenable, une fonction $a_0(x)$, *contenant une fonction arbitraire, telle que la série* (3) *soit convergente : pour* $|r| < 1$, *lorsque* $|\varphi'(a)| < 1$, *et pour* $|r| > 1$, *lorsque* $|\varphi'(a)| > 1$, on en déduit facilement, dans tous les cas, une intégrale de l'équation (2) pour toute valeur de r.

» Les équations (1) ne sont qu'un cas très particulier d'équations opératives plus générales où l'on se donne une relation de forme *quelconque* entre x, u, ϖu, ..., $\varpi^m u$. Je me suis demandé quelles sont les transmutations additives ϖ pour lesquelles on pourrait établir une théorie analogue à celle des équations différentielles ordinaires, et un examen approfondi de la question m'a montré qu'il *fallait*, pour cela, que cette opération ϖ soit telle que la transmuée d'un produit ϖuv de deux fonctions *arbitraires* puisse s'exprimer, uniquement, au moyen de u, v, ϖu et ϖv. J'ai pu déterminer toutes ces transmutations et je suis arrivé à la conclusion qu'il n'y a que les deux classes suivantes, déjà signalées par M. Pincherle [1], qui répondent à la question :

» 1° Si l'on a

$$\varpi u = a\frac{du}{dx} + bu;$$

» 2° Si l'on a

$$\varpi u = cu[\varphi(x)] + ku,$$

où a, b, c, k désignent des fonctions de x, et $\varphi(x)$ une fonction de substitution. La première catégorie donne les équations différentielles et la seconde les équations fonctionnelles itératives citées plus haut. Donc, *les seules équations opératives dont la théorie puisse présenter des analogies avec celle des équations différentielles ordinaires sont les équations fonctionnelles itératives.* Le parallélisme frappant qui existe entre les théories de MM. Grévy, Leau et des auteurs qui se sont occupés de ces équations fonctionnelles et celles des équations différentielles s'explique ainsi tout naturellement. »

Observations sur la Communication précédente, par M. **Appell.**

« Dans la Note qu'il a présentée à l'Académie le 15 février 1897, et dont il développe aujourd'hui quelques conséquences intéressantes, M. Bourlet poursuit ses recherches dans une voie que M. Pincherle, professeur à

---

(1) S. Pincherle, *Rendiconti della R. Acc. dei Lincei,* 2 mai 1897.

l'Université de Bologne, a eu le mérite d'ouvrir par une série d'importants Mémoires ([1]). C'est ainsi que les propriétés générales des opérations que M. Bourlet appelle, dans sa première Note, *transmutations additives*, avaient déjà été étudiées par M. Pincherle, puis étendues, par M. Calo ([2]), au cas de plusieurs variables. En particulier, le fait intéressant que toute transmutation additive, uniforme, continue et régulière, peut être représentée par une série de la forme

$$\mathfrak{E} u = \sum a_n \frac{d^n u}{dx^n}$$

avait été signalé par M. Pincherle. L'application que M. Bourlet a faite de ce résultat à la dérivée d'indice fractionnaire, positif ou négatif, avait été déjà donnée par M. Pincherle pour le cas d'une dérivée d'indice entier négatif ([3]).

» Il nous est impossible d'indiquer ici tous les points de détail sur lesquels M. Bourlet s'est ainsi rencontré, à son insu, avec M. Pincherle dans sa première Note et le Mémoire qui l'accompagnait, ni de faire connaître les parties qui appartiennent en propre à M. Bourlet. »

MÉCANIQUE RATIONNELLE. — *Sur une classe de ds^2 à trois variables.* Note de M. **Levi-Civita**, présentée par M. Appell.

« On ne connaît jusqu'ici, faisait remarquer il y a quelques mois M. Appell, aucun type de force vive, dont les géodésiques possèdent une intégrale quadratique, et qui ne soit pas réductible par un choix convenable des variables aux formes de M. Staeckel ou de M. Painlevé.

([1]) S. Pincherle, *Acta Mathematica*, t. X, p. 153-182. — *Rendiconti della R. Accademia dei Lincei*, 17 février 1895 et 12 avril 1896. — *Della validita effectiva di alcuni sviluppi in serie di funzioni* (*Rendiconti d. R. Acc. dei Lincei;* 1896). — *Sulle operazioni distributive commutabili con una operazione data* (*Accad. R. d. Sc. di Torino;* 1895). — *Le op. distrib. e le omografie* (*R. C. del R. Ist. Lomb. di Sc. et Lett.*, 2e série, t. XXIX; 1896). — *Op. distrib. le equazioni differenziali lineari non omogena* (*R. C. d. R. Accad. dei Lincei,* 29 avril 1896). — *Sulle equazioni diff. lineari non omogena* (*R. Accad. delle Sc. d. Ist. di Bologna;* 1896). — *Cenno sulla geometria dello spazio funzionale* (*R. Acc. d. Ist. di Bologna,* 14 février 1897).

([2]) Calo, *Rendiconti della R. Acc. dei Lincei,* t. IV, 2e sem., p. 52; 1895.

([3]) M. Pincherle m'informe qu'il a traité également le cas d'un exposant fractionnaire dans un Mémoire non encore publié, envoyé aux *Mathematische Annalen* en février 1897.

» Je vais indiquer une classe assez étendue de forces vives (ou, ce qui est le même, de ds^2) à trois variables, qui ne sont pas réductibles à la forme de M. Staeckel, ni à la forme

$$(1)\qquad [\varphi(x_1, x_2)+\psi(x_3)][\mathfrak{E}_1(x_1, x_2, x'_1, x'_2)+\mathfrak{E}_2(x_3, x'_3)]$$

(forme de M. Painlevé), quoique leurs géodésiques admettent une intégrale quadratique.

» Prenons des variables canoniques $x'_1, x'_i, x'_{i+1}, x'_n\,(i=1, 2, 3)$, et cherchons les forces vives $\mathrm{H}\equiv\sum_{rs}^{3}{}_{1}\, a^{(rs)}p_r p_s$, telles que $\mathrm{H}_1\equiv 2p_1p_2=\text{const.}$ soit une intégrale pour les géodésiques. En exprimant que le crochet (HH_1) s'annule identiquement, on trouve pour les $a^{(rs)}$ des équations qui s'intègrent immédiatement et donnent

$$(2)\quad\begin{cases} a^{(11)}=\varphi x_1^2+\varphi_1+\mathfrak{P}, & a^{(22)}=\varphi x_2^2+\varphi_2 x_2+\mathfrak{Q}, \qquad a^{(33)}=\varphi_3,\\ a^{(23)}=\psi x_2+\varphi_4, & a^{(13)}=-\psi x_1+\varphi_5,\\ a^{(12)}=-\varphi x_1 x_2-\frac{1}{2}(\varphi_2 x_1+\varphi_1 x_2)+\varphi_6, & \end{cases}$$

où l'on désigne par $\varphi, \psi, \varphi_1, \ldots, \varphi_6, \mathfrak{P}, \mathfrak{Q}$ des fonctions de la variable x_3.

» Il s'agit de prouver que [les $a^{(rs)}$ ayant les valeurs (2)] $\mathrm{H}\equiv\sum_{rs}^{3}{}_{1}\, a^{(rs)}p_r p_s$ ne peut pas, en général, acquérir la forme (1) : il suffira évidemment de développer la démonstration pour un cas particulier de (2); je prendrai

$$\mathrm{H}\equiv(cx_1^2+\mathfrak{P})p_1^2+(cx_2^2+\mathfrak{Q})p_2^2+p_3^2-2cx_1x_2p_1p_2,$$

c étant une constante.

» Faisons voir avant tout que les géodésiques de H n'admettent (lorsque les fonctions $\mathfrak{P}$ et $\mathfrak{Q}$ de x_3 demeurent indéterminées) aucune intégrale quadratique distincte de $\mathrm{H}=\text{const.}$, $\mathrm{H}_1=\text{const.}$ Pour cela, nous partons de l'hypothèse que $\mathrm{H}_2\equiv\sum_{+s}^{3}{}_{1}\,\alpha^{(rs)}p_r p_s=\text{const.}$ soit une intégrale. On doit avoir $(\mathrm{HH}_2)\equiv 0$, c'est-à-dire

$$(3)\qquad \frac{\partial\alpha^{(33)}}{\partial x_3}=0,$$

$$(4)\qquad \frac{\partial\alpha^{(13)}}{\partial x_3}=\frac{1}{2}\left(\quad x_1\Delta\alpha^{(33)}-\mathfrak{P}\frac{\partial\alpha^{(33)}}{\partial x_1}\right),$$

$$(5)\qquad \frac{\partial\alpha^{(23)}}{\partial x_3}=\frac{1}{2}\left(-x_2\Delta\alpha^{(33)}-\mathfrak{Q}\frac{\partial\alpha^{(33)}}{\partial x_2}\right),$$

$$(6)\qquad \frac{\partial\alpha^{(11)}}{\partial x_3} = x_1(\Delta+2c)\alpha^{(13)} - 2\mathfrak{P}\frac{\partial\alpha^{(13)}}{\partial x_1} + \mathfrak{P}'\alpha^{(33)},$$

$$(7)\qquad \frac{\partial\alpha^{(22)}}{\partial x_3} = -x_2(\Delta-2c)\alpha^{(23)} - 2\mathfrak{Q}\frac{\partial\alpha^{(23)}}{\partial x_2} + \mathfrak{Q}'\alpha^{(33)},$$

$$(8)\qquad x_1(\Delta+2c)\alpha^{(11)} - \mathfrak{P}\frac{\partial\alpha^{(11)}}{\partial x_1} + \mathfrak{P}'\alpha^{(13)} = 0,$$

$$(9)\qquad -x_2(\Delta-2c)\alpha^{(22)} - \mathfrak{Q}\frac{\partial\alpha^{(22)}}{\partial x_1} + \mathfrak{Q}'\alpha^{(33)} = 0,$$

$$(10)\qquad -2x_2\Delta\alpha^{(12)} + x_1(\Delta-2c)\alpha^{(22)} - 2\mathfrak{Q}\frac{\partial\alpha^{(12)}}{\partial x_2} - \mathfrak{P}\frac{\partial\alpha^{(22)}}{\partial x_1} + \mathfrak{Q}'\alpha^{(13)} = 0,$$

$$(11)\qquad 2x_1\Delta\alpha^{(12)} - x_2(\Delta+2c)\alpha^{(11)} - 2\mathfrak{P}\frac{\partial\alpha^{(22)}}{\partial x_1} - \mathfrak{Q}\frac{\partial\alpha^{(11)}}{\partial x_1} + \mathfrak{P}'\alpha^{(23)} = 0,$$

$$(12)\qquad \frac{\partial\alpha^{(22)}}{\partial x_3} = -x_2(\Delta+c)\alpha^{(13)} + x_1(\Delta+c)\alpha^{(23)} - \mathfrak{Q}\frac{\partial\alpha^{(13)}}{\partial x_1} - \mathfrak{P}\frac{\partial\alpha^{(23)}}{\partial x_3},$$

où j'ai écrit $\mathfrak{P}'$, $\mathfrak{Q}'$, au lieu de $\frac{\partial\mathfrak{P}}{\partial x_3}$, $\frac{\partial\mathfrak{Q}}{\partial x_3}$, Δ, au lieu de $-cx_1\frac{\partial}{\partial x_1}$, $+cx_2\frac{\partial}{\partial x_2}$.

» Des équations (3), (4), (6), (8) on déduit que $\alpha^{(33)}$ est une constante. En effet, dérivons la (8) par rapport à x_3, ayant égard aux valeurs (3), (4), (6) de $\frac{\partial\alpha^{(33)}}{\partial x_3}$, $\frac{\partial\alpha^{(13)}}{\partial x_3}$, $\frac{\partial\alpha^{(11)}}{\partial x_3}$; il viendra

$$\begin{aligned}\mathfrak{P}''\alpha^{(13)} &+ [x_1(\Delta+2c)]^2\alpha^{(13)} - 2\mathfrak{P}x_1(\Delta+2c)\frac{\partial\alpha^{(13)}}{\partial x_1} - \mathfrak{P}\frac{\partial}{\partial x_1}[x_1(\Delta+2c)\alpha^{(13)}] \\ &+ 2\mathfrak{P}^2\frac{\partial^2\alpha^{(13)}}{\partial x_1^2} - \mathfrak{P}\mathfrak{P}'\frac{\partial\alpha^{(33)}}{\partial x_3} + \mathfrak{P}'x_1(\Delta+2c)\alpha^{(33)} + \frac{1}{2}\mathfrak{P}'\left(x_1\Delta\alpha^{(33)} - \mathfrak{P}\frac{\partial\alpha^{(33)}}{\partial x_1}\right) = \mathfrak{P}'\frac{\partial\alpha^{(11)}}{\partial x_1}.\end{aligned}$$

» Convenons de représenter par $\mathcal{A}_i$, $\mathcal{B}_i$, $\mathcal{C}_i$, $\mathcal{D}_i$, $\mathcal{E}_i$ des polynomes à coefficients constants en $\mathfrak{P}$, $\mathfrak{P}'$, ..., $\mathfrak{P}^{(i)}$; par W_i des expressions différentielles en $\alpha^{(33)}$, dont les coefficients dépendent de $\mathfrak{P}$ et de ses dérivées jusqu'à l'ordre i. Il est aisé de vérifier que, lorsqu'on élimine $\frac{\partial\alpha^{(11)}}{\partial x_1}$ entre la dernière équation et sa dérivée par rapport à x_3, le résultat est de la forme

$$\begin{aligned}\mathcal{A}_3\alpha^{(13)} &+ \mathcal{B}_2[x_1(\Delta+2c)]^2\alpha^{(13)} + \mathcal{C}_2 x_1(\Delta+2c)\frac{\partial\alpha^{(13)}}{\partial x_1} \\ &+ \mathcal{D}_2\frac{\partial}{\partial x_1}[x_1(\Delta+2c)]\alpha^{(13)} + \mathcal{E}_2\frac{\partial^2\alpha^{(13)}}{\partial x_1^2} + W_2 = 0,\end{aligned}$$

où $\mathcal{A}_3$ *n'est pas indépendant de* $\mathfrak{P}'''$.

» Des dérivations répétées permettent, en employant toujours la formule (4) d'éliminer

$$\frac{\partial^2\alpha^{(13)}}{\partial x_1^2},\quad \frac{\partial}{\partial x_1}[x_1(\Delta+2c)]\alpha^{(13)},\quad x_1(\Delta+2c)\frac{\partial\alpha^{(13)}}{\partial x_1},\quad [x_1(\Delta+2c)]^2\alpha^{(13)}$$

et donnent successivement

$$\mathcal{A}_4 \alpha^{(13)} + \mathfrak{B}_3 [x_1(\Delta + 2c)]^2 \alpha^{(13)} + \mathfrak{C}_3 x_1 (\Delta + 2c) \frac{\partial \alpha^{(13)}}{\partial x_1} + \mathfrak{D}_3 \frac{\partial}{\partial x_1}[x_1(\Delta + 2c)]\alpha^{(13)} + W_3 = 0,$$

$$\mathcal{A}_5 \alpha^{(13)} + \mathfrak{B}_4 [x_1(\Delta + 2c)]^2 \alpha^{(13)} + \mathfrak{C}_4 x_1 (\Delta + 2c) \frac{\partial \alpha^{(13)}}{\partial x_1} + W_4 = 0,$$

$$\mathcal{A}_6 \alpha^{(13)} + \mathfrak{B}_5 [x_1(\Delta + 2c)]^2 \alpha^{(13)} + W_5 = 0,$$

$$\mathcal{A}_7 \alpha^{(13)} + W_6 = 0,$$

chaque $\mathcal{A}_i$ contenant assurément la dérivée d'ordre i de $\mathfrak{P}$.

» Dérivons encore une fois l'équation $\alpha^{(33)} = -\frac{W_6}{\mathcal{A}_7}$; il viendra, à cause de (4),

$$\frac{1}{2} \mathcal{A}_7^2 \left(x_1 \Delta \alpha^{(33)} - \mathfrak{P} \frac{\partial \alpha^{(33)}}{\partial x_1} \right) = - \mathcal{A}_7 \frac{\partial W_6}{\partial x_3} + \frac{\partial \mathcal{A}_7}{\partial x_3} W_6.$$

» Comme $\alpha^{(33)}$ est indépendant de x_3, les coefficients des diverses $\mathfrak{P}^{(i)}$ doivent s'annuler séparément, ce qui exige, par exemple, $W_6 = 0$; il reste alors

$$x_1 \Delta \alpha^{(33)} - \mathfrak{P} \frac{\partial \alpha^{(33)}}{\partial x_1} = 0, \qquad \text{d'où} \qquad x_1 \Delta \alpha^{(33)} = 0, \qquad \frac{\partial \alpha^{(33)}}{\partial x_1} = 0;$$

» D'après cela, en appliquant aux équations (4), (6), (8) $\left(\text{dont la première se réduit à } \frac{\partial \alpha^{(13)}}{\partial x_3} = 0\right)$ un procédé tout à fait analogue, mais bien plus simple, on obtient $\alpha^{(13)} = 0$; de même, les (5), (7), (9) conduisent à $\alpha^{(23)} = 0$. Dès lors, on achève sans peine la détermination des $\alpha^{(rs)}$ et l'on trouve que H_2 se présente nécessairement comme une combinaison linéaire (à coefficients constants) de H, H_1.

» Observons maintenant que les invariants algébriques du couple H, H_1, c'est-à-dire les racines $\frac{c x_1 x_2 \pm \sqrt{(c x_1^2 + \mathfrak{P})(c x_2^2 + \mathfrak{Q})}}{c \mathfrak{Q} x_1^2 + c \mathfrak{P} x_2^2 + \mathfrak{P}\mathfrak{Q}}$, o de l'équation

$$\begin{vmatrix} -s(c x_1^2 + \mathfrak{P}) & 1 + s c x_1 x_2 & 0 \\ 1 + s c x_1 x_2 & -s(c x_2^2 + \mathfrak{Q}) & 0 \\ 0 & 0 & -s \end{vmatrix} = 0,$$

sont distinctes.

» Nous pouvons désormais démontrer que H n'est pas réductible à la forme (1). En effet, lorsqu'une force vive admet une telle forme, ses géodésiques possèdent une intégrale quadratique du type indiqué par M. Painlevé [1], et alors deux des invariants algébriques coïncident, pendant que

---

[1] *Comptes rendus*, 1er février 1897.

les intégrales $\lambda H + \mu H_1$ de notre cas donnent lieu à des invariants distincts ou coïncidents tous les trois, si $\mu = 0$.

» La force vive H n'est pas non plus réductible à la forme de M. Staeckel, car à une telle forme correspondent trois intégrales quadratiques indépendantes et nous avons prouvé qu'il y en a deux seulement.

» Je termine en remarquant qu'on pourrait, sans aucune difficulté, généraliser ce résultat dans plusieurs directions. »

PHYSIQUE. — *Application de la Photographie à la mesure des indices de réfraction.* Note de MM. **Auguste** et **Louis Lumière**, présentée par M. Mascart.

« La méthode que nous proposons est basée sur le phénomène de production des halos sur les couches sensibles photographiques.

» Lorsqu'on éclaire un point d'une plaque photographique d'une façon un peu intense, on constate (¹) au développement que l'image ne se limite pas au point éclairé, mais que ce point est entouré d'une couronne provenant de la réflexion totale, sur le dos de la plaque, de la lumière émise par le point éclairé. Cette couronne est d'autant mieux limitée à l'intérieur que le diamètre du point éclairé est plus petit.

» Nous avons remplacé le verre ordinaire qui sert de support à la couche sensible par une glace à faces planes et parallèles et avons réduit beaucoup l'épaisseur de la couche sensible. Une pareille lame éclairée en un point par un trou de $0^{mm},1$ pratiqué dans une feuille mince d'acier donne, après développement, un halo d'une grande netteté dont le diamètre est parfaitement mesurable et permet de compter sur l'exactitude du chiffre des millièmes dans l'évaluation de l'indice de la substance qui forme la lame. Pour obtenir cette approximation, il suffit d'opérer avec une glace de 5^{mm} environ d'épaisseur, avec une erreur maximum de 1^{μ} sur cette épaisseur et de 20^{μ} sur le diamètre du halo (il convient d'effectuer la mesure du diamètre sur la circonférence d'opacité maxima, à l'aide d'un comparateur, et de diminuer le nombre obtenu du diamètre de l'orifice). On a soin, d'ailleurs, de sensibiliser la couche impressionnable pour la région du spectre dans laquelle on fait la détermination et d'éclairer l'ouverture en faisant tomber sur l'écran un spectre dont la position a été repérée par rapport à l'ouverture.

(¹) *Bulletin de la Société française de Photographie*, année 1890, p. 182.

» Dans les conditions énoncées ci-dessus, le diamètre de la couronne atteint 17^{mm} à 18^{mm}.

» Pour appliquer cette méthode à la mesure des indices des liquides, il nous semblait, tout d'abord, qu'il fût suffisant de déposer sur le côté de la glace en contact avec l'air une couche mince du liquide à étudier; mais il n'en est point ainsi. En effet, les rayons lumineux qui tombent sur la face postérieure de la glace sous l'angle limite du verre continuent lur marche à travers la couche liquide, puis viennent se réfléchir totalement sur la surface libre du liquide et donnent alors naissance à un halo sensiblement peu différent de celui qui serait produit dans le cas du verre seul; ce halo devient à son tour un centre de production de nouvelles couronnes confuses qui empêchent de voir avec netteté la couronne intéressante, d'un diamètre toujours plus grand, le temps de pose nécessaire pour l'obtention de cette dernière étant beaucoup plus considérable que pour la première.

» Nous avons tourné cette difficulté de la manière suivante :

» Après avoir versé sur le dos de la glace quelques gouttes du liquide à étudier, on y applique un morceau de velours (ou de drap) noir imbibé du même liquide. Dans ces conditions, le premier halo disparaît et la glace donne, après développement, le cercle correspondant à la réflexion totale sur la surface de séparation des deux milieux (verre et liquide) avec une grande netteté.

» Si l'on désigne par :

n l'indice du verre qui constitue la glace;
e l'épaisseur de la glace;
R le demi-diamètre de la couronne;
x l'indice du liquide étudié,

on a

$$x = \frac{Rn}{\sqrt{4e^2 + R^2}}.$$

» Nous avons appliqué cette formule à différents liquides; nous donnons ci-dessous les résultats correspondant à l'eau et à la glycérine pour le jaune :

Eau.

Indice du verre	1,527
Épaisseur de la glace	5^{mm},923
Rayon de l'anneau	21^{mm},25
Indice de l'eau	1,3341

Glycérine.

Indice du verre	1,527
Épaisseur de la glace	5^{mm},952
Rayon de l'anneau	43^{mm},50
Indice de la glycérine	1,4732

» Pour des indices élevés, il y a avantage à prendre comme support un flint lourd, d'une épaisseur convenablement choisie.

» Les épreuves qui accompagnent la présente Note permettent de se rendre compte de la netteté du phénomène servant de base à la méthode ci-dessus décrite.

» *N. B.* — Pour éviter les erreurs qui pourraient résulter des variations de l'indice dans des lames de glace différentes, il peut y avoir avantage à déterminer sur le même échantillon l'indice du support et celui du liquide que l'on étudie. A cet effet, on forme successivement deux couronnes sur la même glace, en prenant les précautions ci-dessus indiquées, les durées d'exposition pouvant différer de beaucoup; et l'on décale, au besoin, l'un des centres par rapport à l'autre. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur un nouvel appareil enregistreur pour câbles sous-marins.* Note de M. **Ader**, présentée par M. Léauté.

« Les signaux télégraphiques sont transmis à travers les câbles sous-marins sous forme de courants d'une très courte durée, qui, lorsqu'ils circulent dans un sens déterminé, représentent des points de l'alphabet Morse, dans le sens contraire, des traits. Les appareils employés à recueillir de tels signaux sont, à peu d'exceptions près, le récepteur à miroir et le siphon recorder. Tous deux sont dus à Lord Kelvin. Le premier diffère peu des galvanomètres à réflexion : une grosse bobine traversée par le courant du câble en constitue la partie fixe; la partie mobile est une aiguille aimantée collée au dos d'un miroir et suspendue à un fil de cocon très court; le tout étant placé dans un tube de cuivre au centre de la bobine. A l'état de repos, l'aiguille mobile est fixée dans une direction constante par un aimant enveloppant l'appareil et disposé de telle façon que les lignes de force qui lui sont dues coupent à angle droit celles que la bobine est susceptible d'engendrer suivant son axe. Dans ces conditions, l'aiguille tend à chaque instant à se fixer suivant la résultante du champ fixe de l'aimant et du champ variable de la bobine; elle oscille donc sous l'action du courant. Un observateur, à l'aide d'un rayon lumineux qui tombe sur le miroir, suit de l'œil ses mouvements et lit la dépêche.

» Dans le recorder une bobine plate et très légère est suspendue entre les pôles d'un puissant électro-aimant, de façon que son plan soit parallèle aux lignes de force. Lorsqu'elle est parcourue par le courant du câble,

elle tend à prendre la position pour laquelle le flux qui la traverse est maximum; elle tourne donc sur elle-même tantôt à droite, tantôt à gauche. Ses mouvements sont transmis, par l'intermédiaire d'un jeu de leviers formés de fils très minces, à un petit siphon en verre dont la branche courte plonge dans un réservoir d'encre et dont l'autre branche se déplace dans le sens de la largeur d'une bande de papier qui se déroule devant son extrémité. Grâce à un artifice spécial, et malgré l'étroitesse du passage offert par le siphon, l'encre tombe sur la bande en fines gouttelettes dont la succession dessine une ligne sinueuse irrégulière que traduisent les télégraphistes.

» Les deux appareils précédents, bien qu'ayant constitué un immense progrès lorsqu'ils ont paru, sont loin de tirer d'un câble tout ce qu'il peut donner, et, en fait, on se trouve, pour plusieurs raisons, fort limité dans la vitesse de transmission des signaux. Il faut tout d'abord tenir compte de la fatigue qu'éprouve l'œil humain à lire les récepteurs à miroirs : un bon observateur dépasse difficilement six cents signaux par minute. D'autre part, les parties mobiles des appareils que j'ai cités, ayant des masses relativement grandes, présentent des résistances d'inertie très sensibles; aussi n'obéissent-elles pas instantanément aux forces qui les sollicitent. Si des signaux de signes contraires, même très nets comme ceux que donnent les câbles courts, se succèdent trop rapidement, l'aiguille aimantée ou la bobine restent au zéro, et on ne lit rien; si ce sont des signaux de même signe, ils se confondent en un seul de grande durée. Je rappellerai enfin que les câbles sous-marins un peu longs déforment, par l'effet de leur capacité, les courbes des courants alternés qui les traversent. Ces courants déterminent au départ une succession d'ondes électriques, qui s'étalent au fur et à mesure qu'elles avancent, en même temps que leur amplitude diminue. Ces ondes, à l'extrémité du câble, entrent les unes dans les autres, et les différences de valeur entre les maxima et les minima du courant deviennent plus faibles. Cet effet est d'autant mieux marqué que les ondes se suivent de plus près. Il faut choisir une vitesse de transmission telle que les amplitudes des ondes résultantes soient encore suffisantes pour faire obéir les récepteurs et rendre les lectures possibles.

» J'ai réussi à reculer considérablement les limites de vitesse obtenues jusqu'ici au moyen d'un nouvel appareil enregistreur fondé sur le principe de l'action d'un champ magnétique sur un élément de courant. Le champ magnétique est fourni par un aimant permanent très puissant, entre les pôles duquel passe un fil conducteur parcouru par le courant du câble et

tendu à l'une de ses extrémités par un minuscule dynamomètre réglable à volonté. Selon le sens du courant, le fil, d'après les lois connues, tend à se déplacer parallèlement à lui-même en avant ou en arrière. Comme il est maintenu aux deux bouts, il oscille et ses oscillations représentent en quelque sorte l'image des ondes électriques qui lui parviennent. Le fil que j'ai employé, grâce à son petit diamètre de deux centièmes de millimètre, suit très docilement les variations de la force qui lui est appliquée. Pour porter cette force à son maximum, j'ai adopté un entrefer très court, ne dépassant pas $0^{mm},0005$. J'ai ainsi un circuit magnétique presque fermé; il y a peu de dispersion, le flux est bien concentré; j'utilise, en un mot, l'aimant dans les meilleures conditions. Les oscillations du fil sont enregistrées par la photographie : les rayons lumineux d'une lampe ordinaire traversent l'une des pièces polaires par une petite ouverture qui y est ménagée, tombent sur le fil, puis, aussitôt après, sur une paroi opaque appliquée contre l'autre pièce polaire et portant une fente longue et étroite, perpendiculaire à la direction du fil. Derrière cette fente se déroule une bande télégraphique, préparée au gélatino-bromure d'argent, que balaie donc un plan lumineux, interrompu à l'endroit où les rayons ont été interceptés par le fil. Celui-ci détermine là un point d'ombre, qui oscille avec lui, et trace sur le papier une courbe sinueuse semblable à celle que donne le siphon de Lord Kelvin. En fait, le fil est trop mince pour que la diffraction ne fasse pas disparaître son image; aussi, dans la partie frappée par les rayons, l'ai-je entouré d'une petite gaine en moelle de plume qui, sous un volume relativement grand, présente une très faible masse. La bande télégraphique, immédiatement après qu'elle a été impressionnée, passe dans des bains fixateurs et sort prête à être lue.

» L'appareil, ainsi disposé, est beaucoup plus sensible que ceux qui l'ont précédé. Combiné avec un mode de transmission bien compris, il a été essayé sur le câble transatlantique de Brest à Saint-Pierre et sur les câbles Marseille-Alger. Sur le premier, il a fourni très facilement 600 signaux par minute : le recorder n'en donne guère plus de 400. Sur les seconds, on pouvait encore lire aisément les signaux transmis à la vitesse de 1600 par minute, alors qu'on ne peut dépasser 600 avec les autres récepteurs. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur un nouveau condensateur électrolytique de grande capacité et sur un redresseur électrolytique de courants.* Note de M. **Ch. Pollak**, présentée par M. Lippmann.

« Le phénomène de la formation d'une couche sur l'aluminium employé comme électrode positive dans de l'eau acidulée avec de l'acide sulfurique et présentant au passage du courant continu une grande résistance a été observé par Ducretet ([1]).

» Avant lui encore, Winkelmann ([2]) faisait la même observation, en opérant avec les courants alternatifs, dans une dissolution acide, sur deux électrodes d'aluminium dont celle qui, à en moment donné, devient négative ne présentait aucune résistance au courant; mais sa couche diélectrique ne se dissolvait cependant pas complètement.

» Dans les deux cas la tension de 20 volts n'a pu être dépassée à cause de la dissolution acide où l'on a opéré.

» En employant des dissolutions alcalines, je suis arrivé à faire un condensateur et un redresseur de courants alternatifs pouvant servir jusqu'à une tension de 140 volts par appareil.

» L'uniformité de la couche d'oxydes qui se forme sur la plaque d'aluminium, et qui joue ici le rôle de *lame isolante,* étant une des conditions essentielles de la haute capacité de ce condensateur, je la prépare, ou plutôt la forme d'abord d'une façon spéciale.

» La plaque d'aluminium ainsi formée, mise dans une dissolution alcaline et réunie avec le pôle positif d'une source de courant électrique continu, se couvre d'une couche uniforme d'oxydes, à l'état cristallin et extrêmement mince, présentant cependant au passage des courants une résistance si grande que, même à la tension de 140 volts, un courant ne peut pas traverser cette couche.

» Nous obtenons ainsi un condensateur, dans lequel le liquide électrolytique et la partie métallique de la plaque constituent les deux armatures, tandis que la couche d'oxydes joue le rôle de lame isolante (diélectrique). Son extrême minceur est une autre source de la grande capacité de ce condensateur.

([1]) *Comptes rendus,* t. LXXX, p. 280.
([2]) *Wiedem. Annal.,* t. XX, p. 91; 1883.

» En prenant des plaques poreuses d'aluminium, on obtient, sous un petit volume, une grande surface, c'est-à-dire on augmente encore sa capacité.

» Il est bien entendu que, en mettant ce condensateur dans le circuit des courants alternatifs, les deux électrodes doivent être en aluminium, tandis que, pour le circuit des courants continus, l'électrode négative peut être en un autre métal, insoluble dans la solution électrolytique, par exemple du plomb.

» Le condensateur à une seule électrode d'aluminium, mis dans le circuit des courants alternatifs, n'en laisse passer qu'une phase ; ainsi, il peut être employé comme un redresseur de courants.

» Pour utiliser les deux phases des courants alternatifs, il faut réunir un ensemble de quatre de ces appareils, combinés d'une façon analogue, aux quatre soupapes d'une pompe à double effet. »

ÉLECTRO-OPTIQUE. — *Lignes doubles et triples dans le spectre, produites sous l'influence d'un champ magnétique extérieur.* Note de M. **Zeeman**, présentée par M. Poincaré.

« Dans le paragraphe 19 de mon Mémoire « Sur l'influence du magnétisme sur la nature de la lumière émise par une substance », il a été remarqué déjà que la théorie de *Lorentz* exige que le mouvement d'un ion dans un champ magnétique donne naissance, dans des circonstances choisies, à trois groupes de vibrations : une ligne du spectre primitif en donnera trois. Mais on peut préciser un peu plus tout cela. J'ai l'honneur de présenter à la haute attention de l'Académie un résumé succinct de mes dernières expériences, concernant la constitution intime des raies spectrales magnétisées.

» Supposons la ligne du spectre primitif infiniment fine, et les lignes de force magnétique horizontales. Alors nous devrons nous attendre à observer dans la direction des lignes de force une ligne double, l'une des composantes étant polarisée circulairement dans un sens, l'autre dans l'autre sens. Dans une direction perpendiculaire aux lignes de force, une ligne triple doit devenir visible. Les extrêmes seront polarisées rectilignement, le plan de polarisation étant horizontal, tandis que la ligne qui occupe le milieu sera polarisée rectilignement aussi, avec cette différence que le plan de polarisation est vertical (*cf.* aussi l'article de M. Poincaré, dans l'*Éclairage électrique* du 5 juin 1897).

» Cependant, la largeur des raies primitives est finie. Une ligne double ne peut se manifester que pour une variation magnétique de la période supérieure à celle correspondant *à la moitié* de la largeur de la ligne primitive. Il est aisé de voir que la ligne triple, au contraire, exige une valeur de la force magnétique *double* de celle nécessaire pour la ligne double. Or supposons que la force magnétique dépasse de très peu la valeur suffisante pour la production de la ligne double. On doit s'attendre que la ligne triple sera incomplète, tranformée en effet dans une ligne élargie, d'une constitution particulière; le centre de la raie élargie sera polarisé rectilignement, les bords tous de même, mais avec le plan de polarisation perpendiculaire à celui du centre, tandis que les bords et le centre seront séparés les uns de l'autre par des bandes dont le milieu émet de la lumière non polarisée.

» Mes expériences ont vérifié ces vues. Dans un champ très intense la ligne double et la ligne triple incomplète se manifestent, d'une manière très nette, avec la ligne bleue du cadmium ($\lambda = 480\mu\mu$), et d'une manière moins satisfaisante avec le sodium. Tout cela est en harmonie complète avec la théorie de *Lorentz*.

» Du temps de la publication du Mémoire cité plus haut, j'avais observé seulement lès polarisations circulaire et rectiligne *des bords* des raies dans les deux cas principaux de la magnétisation.

» Le fait que l'action spécifique du magnétisme sur la période de la lumière émise se manifeste aussi, dans le cas du cadmium, avait été observé déjà par MM. *Egoroff* et *Georgiewsky* dans leur Note intéressante (*Comptes rendus*, 3 mai 1897).

» Quant à la méthode de mes expériences, elle était la même, dans les traits principaux, que celle décrite dans le Mémoire cité. Cependant le réseau concave de *Rowland* était plus petit (rayon de courbure, 180^{cm}) que celui dont j'ai fait usage dans le laboratoire de Leyde.

» Un exposé plus complet du contenu de cette Note sera publié bientôt ailleurs. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les sulfoantimonites de potassium.* Note de M. **Pouget**, présentée par M. Troost.

« Le sulfure d'antimoine anhydre ou précipité se dissout facilement dans les sulfures alcalins. En évaporant ces dissolutions dans le vide sec,

M. Ditte (¹) a obtenu deux corps cristallisés : $Sb^2S^5K^4$, en partant d'une dissolution concentrée; $Sb^4S^7K^2, 3H^2O$, en partant d'une dissolution étendue.

» Ces corps peuvent être considérés comme des produits de condensation d'un sulfoantimonite normal SbS^3K^3 d'après les équations

$$2SbS^3K^3 - K^2S = Sb^2S^5K^4,$$
$$4SbS^3K^3 - 3K^2S = Sb^4S^7K^2.$$

» J'ai repris l'étude de ces dissolutions dans le but de préparer le sulfoantimonite normal SbS^3K^3 qui jusqu'ici n'avait pas été obtenu.

» Pour préparer ce corps, on dissout du sulfure d'antimoine dans une dissolution concentrée de sulfure de potassium, en proportions correspondantes à $Sb^2S^3 + 3K^2S$. On évapore rapidement à chaud en évitant le contact de l'air; pour cela il suffit de couvrir imparfaitement le vase où se fait l'évaporation. De petits cristaux blancs ne tardent pas à se former, on les essore et on les sèche sur une plaque poreuse dans le vide sec.

» L'analyse leur assigne la formule SbS^3K^3. Ces cristaux sont solubles d ns l'eau, très déliquescents; ils s'altèrent rapidement à l'air comme les dissolutions de sulfoantimonites elles-mêmes.

» A ce sulfoantimonite normal correspond un métasulfoantimonite SbS^2K qui en diffère par K^2S en moins. Ce corps a été signalé par M. Ditte, qui l'a obtenu par voie sèche. Je l'ai préparé en partant d'une dissolution de composition $Sb^2S^3 + 2K^2S$, c'est-à-dire $Sb^2S^5K^4$. C'est ce dernier corps qui se forme si l'on évapore à froid et dans le vide. Mais, si l'on chauffe à l'abri de l'air, ce sel complexe, en dissolution, se décompose d'après l'équation

$$Sb^2S^5K^4 = SbS^2K + SbS^3K^3.$$

» Le premier se dépose d'abord, sous la forme de petits cristaux rouges; puis, lorsque la concentration est suffisamment avancée, la liqueur abandonne uniquement des cristaux blancs du sel normal SbS^3K^3 décrit plus haut.

» Les premiers cristaux obtenus ont pour composition SbS^2K. Ils sont rouges, à reflets noirs; sous un faible grossissement, on distingue nettement leur forme : ce sont des octaèdres allongés. Ils sont inaltérables à l'air, insolubles dans l'eau froide, qui les décompose à peine, mais ils sont

(¹) Ditte, *Comptes rendus*, t. CII, p. 168.

décomposés par l'eau bouillante, qui leur enlève du sulfure de potassium.

» En résumé, le sulfure d'antimoine forme avec le sulfure de potassium des combinaisons parfaitement cristallisées :

Un sulfoantimonite normal..........	SbS^3K^3
Un pyrosulfoantimonite.............	$Sb^2S^5K^4$
Un métasulfoantimonite.............	SbS^2K

et enfin un composé renfermant encore moins de sulfure de potassium $Sb^4S^7K^2$.

» Le sulfoantimonite normal SbS^3K^3 n'avait pas été obtenu, le métasulfoantimonite avait été préparé par un procédé un peu détourné : j'ai montré qu'on pouvait les obtenir facilement comme les deux autres par l'union directe des constituants (¹) ».

CHIMIE. — *Sur la fluidité du nickel fondu.* Note de M. **Jules Garnier.**

« J'ai eu l'occasion de constater un fait qui démontre que le nickel est d'une extrême fluidité, quand il est fondu à très haute température. Dans une usine de Cleveland (Ohio), de la Canadian Copper C°, en 1892, je réduisais de l'oxyde noir de nickel, provenant du grillage d'un sulfure artificiel, dans un four à cuve à circulation extérieure d'eau froide et muni d'un garnissage intérieur de magnésie, permettant donc des températures bien plus élevées que le point de fusion du nickel; l'air était chauffé à 400° C. sous une pression de 6^{cm} de mercure, et une addition de calcaire fournissait une chaux fondue, à peu près pure, qui protégeait le bain de nickel du creuset contre l'oxydation.

» Le combustible employé était du charbon de bois, et quelques fragments de celui-ci, empâtés dans la chaux du lit de fusion, pénétraient dans le creuset au moment de la coulée et y restaient collés aux parois, où nous les retrouvions à chaque mise hors. Ces charbons n'étaient point déformés; toutefois, les canaux du bois qui servent au passage de la sève étaient comblés par du nickel métallique sous la forme de fils aussi minces que des cheveux, très flexibles et très malléables. Sous cette nouvelle forme le charbon de bois était d'une conservation très difficile et s'émiettait au moindre mouvement; je pus toutefois en conserver quelques fragments corres-

(¹) Travail fait au laboratoire de Chimie de la Faculté des Sciences de Rennes.

pondant à des nœuds du bois et qui avaient, par suite, conservé plus de cohésion; j'ai l'honneur de les soumettre à l'Académie. Cet exemple de la grande fluidité du nickel fondu peut servir à expliquer l'augmentation de résistance qu'il donne aux fers, en remplissant, comme le ferait un gaz, tous les vides intermoléculaires de ces fers, de façon qu'ils ne forment plus qu'un tout compact, et c'est ainsi, d'ailleurs, que j'ai déjà expliqué l'influence bienfaisante du nickel, même en faible proportion, sur les aciers, dans un Congrès de l'*Iron and steel Institute*, à Londres (1891), mais sans avoir pu alors fournir le document qui fait l'objet de la présente Note et qui confirmerait mes présomptions. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Combinaisons des iodure et bromure telluriques avec les hydracides correspondants.* Note de M. R. **Metzner**, présentée par M. Henri Moissan.

« I. *Iodhydrate d'iodure tellurique.* — D'après Berzélius : « En saturant
» l'acide iodhydrique avec la quantité d'iodure tellurique qu'il peut dis-
» soudre, et en faisant évaporer la solution dans le vide sur de l'acide sul-
» furique et de la chaux éteinte, on obtient, vers la fin, de longs prismes
» quadrilatères, en apparence rectangulaires, d'un bel éclat métallique, qui
» paraissent être une combinaison d'acide iodhydrique et d'iodure tellu-
» rique (1). »

» En procédant de cette manière, j'ai obtenu, en effet, vers la fin de l'évaporation, des cristaux différents de ceux qui se produisent tout d'abord; mais on a manifestement un mélange duquel il est difficile de les séparer; aussi ai-je cherché, pour isoler le composé dont Berzélius regarde l'existence comme probable, à opérer de la façon suivante :

» J'ai traité 20^{gr} d'acide tellureux par une dissolution saturée à froid d'acide iodhydrique; la liqueur devient rapidement brun foncé, et la matière solide noircit et s'agglutine en se changeant en iodure. Si alors on fait passer un courant d'acide iodhydrique dans la liqueur, on constate qu'elle s'échauffe, et il ne tarde pas à se former de beaux cristaux noirs à reflets d'iode qui sont, en effet, des aiguilles quadratiques. En refroidissant de manière à dissoudre davantage de gaz acide, la solution se remplit d'un feutrage épais constitué par les aiguilles précédentes; celles-ci, séparées

(1) Berzélius, *Traité de Chimie*, 2e édition française, t. IV, p. 478.

de l'eau-mère, peuvent être séchées sur des plaques poreuses et donnent une matière ne fumant pas à l'air, dans laquelle j'ai dosé successivement l'iode et le tellure.

» 1° *Dosage de l'iode.* — La substance est pesée dans un petit tube bouché, puis traitée par de l'eau qui la transforme d'abord en une matière noir verdâtre; celle-ci se dissout ensuite lentement en donnant une liqueur jaunâtre louche, qu'on éclaircit complètement avec quelques gouttes d'acide nitrique (¹). On évalue ensuite la teneur en iode au moyen d'une liqueur titrée d'argent.

» 2° *Dosage du tellure.* — Il a été effectué par deux méthodes : dans la première, les cristaux étant dissous, on en sépare le tellure par l'acide sulfureux en présence de l'acide chlorhydrique; le précipité, bien lavé, est oxydé par l'acide nitrique dans une capsule de platine, et l'on pèse l'acide tellureux.

» Le deuxième procède consiste à transformer le tellure en sulfate d'acide tellureux et à peser celui-ci : je décrirai ultérieurement les détails de cette méthode, qui est de beaucoup la plus précise de celles que j'emploie pour le dosage du tellure.

» Voici les résultats de trois analyses qui ont porté sur des poids de matière variant de $0^{gr},6$ à $0^{gr},7$:

	I.	II.	III.	Moyenne.
Tellure	13,67	13,91	14,03	13,87
Iode	69,57	69,47	69,62	69,55
Eau (par différence)	16,77	16,62	16,35	16,58
	100,00	100,00	100,00	100,00

» Ces nombres correspondent, abstraction faite de l'eau, à un atome de tellure pour cinq d'iode. La formule $TeI^4.HI, 8H^2O$ exigerait

Tellure	13,82
Iode	70,24
Eau	15,94
	100,00

» L'iodhydrate ainsi obtenu est déliquescent : abandonné à l'air, il se transforme rapidement en un liquide visqueux brun foncé; placé sur une assiette poreuse, sous une cloche, à côté de fragments de potasse caustique, il s'effleurit lentement à la surface en donnant naissance à une poudre qui ressemble à de l'oxyde violet de chrome; l'altération se produit assez lentement pour qu'au bout de vingt-quatre heures la portion superficielle de la matière soit seule altérée, celle qui est au-dessous restant intacte : l'ana-

(¹) Le premier effet de l'acide nitrique est de précipiter une matière noire qui se redissout ensuite lentement.

lyse III a précisément été faite avec de la substance prise dans ces conditions; elle donne, comme on le voit, très sensiblement le même résultat que les deux autres analyses effectuées sur la matière prise au sortir de la liqueur mère.

» Chauffés à l'abri de l'air, les cristaux fondent très régulièrement à 55° et se reforment par refroidissement; si l'on chauffe davantage, il se dégage de la vapeur d'eau, puis de l'acide iodhydrique, dont une partie se décompose en donnant de l'iode, et finalement il reste de l'iodure tellurique gris métallique. Quant à la matière pulvérulente et effleurie obtenue dans le vide sec, comme il est dit plus haut, elle ne contient plus d'acide iodhydrique : c'est encore de l'iodure TeI^4, comme le montre l'analyse suivante :

	Trouvé.	Calculé.
Iode	80,00	80,27
Tellure	20,02	19,73
	100,02	100,00

» Cet iodure conserve la forme des cristaux d'iodhydrate qui lui ont donné naissance. Quand on le chauffe, il se décompose avec flamme en donnant de l'iode et de l'acide tellureux; il est insoluble dans l'eau, peu soluble dans l'acide nitrique; ces différentes propriétés expliquent ce qui se produit lors de son analyse.

» II. *Bromhydrate de bromure tellurique.* — J'ai préparé le bromure tellurique comme l'iodure, en arrosant de l'acide tellureux avec de l'acide bromhydrique concentré; on obtient ainsi une matière jaune, qui se dissout dans l'acide bromhydrique en excès avec un grand dégagement de chaleur, en produisant une liqueur rouge brun foncé.

» Si l'on refroidit vers 0° la solution saturée de bromure tellurique dans l'acide bromhydrique concentré, il se dépose de fines aiguilles prismatiques rouges associées en houppes; on les obtient surtout en abondance quand on dirige dans la liqueur un courant du gaz acide en empêchant la température de s'élever avec un mélange réfrigérant. Les cristaux sont alors très beaux et rouge orangé; à —15°, j'ai pu en séparer de grandes quantités et les sécher ensuite, sans difficulté, sur des assiettes poreuses à — 5° (température ambiante), celles-ci étant placées à l'abri de l'humidité sous une cloche qui se remplit peu à peu d'acide bromhydrique.

» Les cristaux secs, enfermés dans un tube, fondent à + 20°, en émettant de l'acide bromhydrique; exposés à l'air humide, ils fument et tombent

en déliquescence. Leur analyse a été faite avec les mêmes précautions que pour l'iodhydrate; elle a conduit aux résultats ci-dessous :

	I.	II.	III.	Moyenne.
Tellure............	20,33	20,90	20,60	20,61
Brome..............	63,75	64,30	64,00	64,02
Eau (par différence).	15,92	15,80	15,40	15,37

» Nous avons encore ici un atome de tellure pour cinq de brome. La formule $TeBr^4, HBr, 5H^2O$ représente les résultats obtenus; elle exigerait théoriquement :

Tellure..............................	20,29
Brome	64,93
Eau..................................	14,78

» Les analyses donnent une proportion de brome un peu faible; cela s'explique par la facilité avec laquelle la substance perd son acide bromhydrique, en sorte que, l'eau étant dosée par différence, l'incertitude qui semble régner sur le nombre des molécules d'eau n'est qu'apparente. Cependant, dans la crainte d'être en présence d'un mélange de plusieurs hydrates, j'ai préparé et analysé des substances obtenues à des températures variant entre $-15°$ (I) et $0°$ (II).

» Le bromhydrate se conserve bien dans une atmosphère d'acide bromhydrique; une certaine quantité de ce corps, abandonnée dans ces conditions pendant plusieurs jours, n'a pas subi d'altération sensible; elle avait durci, en diminuant légèrement de volume. L'analyse III exprime la composition de la substance ainsi préparée ([1]). »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Analyse des bronzes et des laitons par voie électrolytique*. Note de M. A. **Hollard**, présentée par M. A. Gautier.

« Cette Communication a pour but moins de faire connaître des méthodes, à proprement parler, nouvelles, que de donner le détail de procédés permettant le *dosage rigoureux et facile* du cuivre, de l'étain, du zinc, etc., entrant dans la composition des bronzes et des laitons.

I. — Bronzes.

» *Dosage du cuivre* (*électrolyse en solution acide*). — 5^{gr} d'alliage sont attaqués, dans un verre de Bohême, par un mélange de 25^{cc} d'acide nitrique à 36°B., et

([1]) Travail fait au laboratoire de M. A. Ditte, à la Sorbonne.

15^{cc} d'acide sulfurique concentré (¹). En présence d'une aussi grande proportion d'acide sulfurique, l'étain se dissout, au moins en partie. On étend à 350^{cc}, et l'on chauffe le liquide à une température voisine de l'ébullition, en le maintenant à cette température jusqu'à ce que la partie insoluble, qui contient l'étain, se soit bien rassemblée au fond du vase. Dans ces conditions, on obtient une liqueur parfaitement claire dans laquelle on peut plonger, sans la troubler, le cône et la spirale de platine servant d'électrodes. On suivra, pour la marche de l'électrolyse, les indications que nous avons données dans une précédente Note (²).

» *Dosage de l'étain* [*électrolyse en solution chlorhydrique, additionnée d'oxalate d'ammonium* (³)]. — Le liquide, exempt de cuivre, est évaporé au bain de sable jusqu'à ce qu'il ne reste plus que quelques gouttes d'acide sulfurique. On reprend par de l'acide chlorhydrique et de l'eau, et l'on précipite l'étain par un courant d'hydrogène sulfuré dans les conditions ordinaires. Le sulfure d'étain, lavé comme d'habitude avec une dissolution de chlorure de sodium, est dissous dans du sulfhydrate jaune d'ammoniaque, et cette solution est évaporée à sec au bain-marie. Le résidu obtenu est attaqué par 9^{gr} de chlorate de potasse en dissolution dans l'eau, et un excès d'acide chlorhydrique. La solution d'étain ainsi obtenue est évaporée de nouveau à sec au bain-marie, et le résidu repris par 30^{cc} d'acide chlorhydrique pur ordinaire et de l'eau. On filtre cette nouvelle solution et l'on y fait dissoudre 30^{gr} d'oxalate d'ammonium pur; enfin, on l'électrolyse après l'avoir chauffée à 90° environ. Le courant employé est de 0,7 ampère. Au bout de douze heures, le dépôt est généralement complet. Les électrodes que nous employons sont toujours le cône et la spirale que nous avons décrits dans la précédente Note ci-dessus visée. Le dosage est tout à fait exact et le dépôt très adhérent (⁴).

(¹) On devra suivre les procédés que nous avons indiqués dans une précédente Note (*Comptes rendus*, t. CXXIII, p. 1003).

Si l'on désire opérer sur un poids d'alliage différent de 5^{gr}, on prendra les quantités d'acide suivantes :

Pour	1^{gr}	d'alliage,	20^{cc}	d'acide nitrique à 36°B. et	6^{cc} d'acide sulfurique concentré.
»	2	»	21		»
»	10	»	30		»

(²) *Comptes rendus*, t. CXXIII, p. 1003.

(³) L'emploi de l'oxalate d'ammonium pour l'électrolyse de l'étain a déjà été indiqué par M. Classen; mais cet auteur recommande d'opérer en solution aussi neutre que possible : nous avons reconnu que, dans ces conditions, le bain peut arriver à se troubler, pendant l'électrolyse, par des combinaisons insolubles d'étain.

(⁴) Pour avoir des dépôts complets et adhérents, il est nécessaire de dépolir la surface des cônes servant d'électrodes. Voici le procédé que nous employons à cet effet : nous recouvrons le cône d'une petite couche de zinc par le procédé électrolytique indiqué dans la présente Note; nous enlevons ensuite le zinc par immersion dans de l'acide nitrique, enfin nous plongeons dans du bisulfate de potasse fondu. Cette opération doit être répétée jusqu'à ce que le cône ait complètement perdu son poli.

» *Dosage du zinc par électrolyse* (¹). — La liqueur, exempte de cuivre et d'étain, est débarrassée par la chaleur de tout l'hydrogène sulfuré dissous, puis évaporée à sec au bain de sable jusqu'à ce qu'il ne reste plus que quelques gouttes d'acide sulfurique. On reprend par l'eau le sulfate de zinc ainsi formé; on neutralise par l'ammoniaque et l'on ajoute à la dissolution 15^{cc} de citrate d'ammoniaque au $\frac{1}{10}$, 9^{cc},4 d'acide acétique cristallisable, et de l'ammoniaque jusqu'à neutralisation (soit 13^{gr},8 d'acétate d'ammoniaque sec), enfin 3^{cc} d'acide acétique cristallisable.

» Le bain ainsi obtenu contient, outre le zinc à l'état de sulfate, de l'acétate d'ammoniaque, du citrate d'ammoniaque et de l'acide acétique (²). On soumet ce bain à un courant de 0,6 ampère pendant douze heures environ. Au bout de ce temps, tout le zinc s'est déposé sur le cône en dépôt très adhérent. Le dosage est très exact.

» Le zinc déposé dans ces conditions peut facilement être retiré du cône par simple immersion dans de l'acide nitrique à la température ordinaire.

» Si le bronze contenait du *fer*, celui-ci se déposerait, au moins en partie, avec le zinc; on retranche dans ce cas du poids du zinc trouvé celui du fer entraîné qu'on dose facilement par le permanganate de potasse (³).

» Le *plomb*, que l'on rencontre souvent dans les bronzes, est dosé par électrolyse, en solution nitrique sur une nouvelle prise de l'alliage, comme nous l'avons indiqué précédemment (voir *Comptes rendus*, t. CXXIII, p. 1003). Il n'est pas nécessaire de filtrer le bioxyde d'étain qui résulte de l'attaque de l'alliage par l'acide nitrique; en chauffant le liquide pendant un certain temps, presque à l'ébullition, puis le laissant refroidir, le bioxyde d'étain se rassemble très bien au fond du vase et ne gêne pas le dépôt électrolytique du plomb.

II. — LAITONS.

» Le *dosage du cuivre* se fait d'après les indications données à propos de l'analyse du cuivre industriel (*Comptes rendus*, t. CXXIII, p. 1003).

» Le *dosage du zinc et des impuretés* s'effectue suivant les procédés indiqués plus haut. »

(¹) On retrouvera dans ce procédé de dosage quelques éléments de la méthode de M. Riche (*Comptes rendus*, t. CXXXV, p. 226).

(²) Ainsi que du sulfate de soude provenant du chlorure de sodium contenu dans les eaux qui ont servi à laver le sulfure d'étain; ce sulfate de soude ne gêne pas l'électrolyse.

(³) Nous avons observé que le fer peut se déposer au fond du vase pendant l'électrolyse à l'état de sel basique, si le courant dépasse 0,6 ampère, ou même si l'on fait passer le courant avec une intensité de 0,6 ampère pendant très longtemps.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Aldéhyde formique : action de la potasse.* Note de M. **Delépine**.

« L'action de la potasse sur l'aldéhyde formique dissous ne donne pas de combinaison définie, mais elle est intéressante, car elle permet d'établir que les solutions d'aldéhyde dont la teneur varie entre 1,5 et 30 pour 100 possèdent une chaleur de formation très voisine, si elles sont faites depuis un temps suffisant: vingt-quatre heures suffisent.

» Le fait a besoin de démonstration, car on admet que les solutions concentrées contiennent non l'aldéhyde simple, mais des polymères $n\,CH^2O$ solubles (paraformaldéhyde), et cela d'après des expériences cryoscopiques. De plus, j'ai constaté que la dilution d'une solution concentrée d'aldéhyde formique présente ce phénomène singulier : dégagement instantané de chaleur, suivi d'un refroidissement lent; la chute de température atteint à l'origine 10, 20 et 30 fois la valeur d'un refroidissement normal et s'atténue graduellement tout en étant fort longtemps plus grande. Le premier phénomène peut être mesuré; du moins, on peut lire un maximum, mais il est probable que déjà les causes du refroidissement ont pu agir en sens inverse. Voici deux de ces mesures :

CH^2O (1 mol. $= 0^{lit},1$) + eau ($0^{lit},9$) dégage aussitôt......... $0^{Cal},45$

CH^2O (1 mol. $= 0^{lit},1$) + eau ($0^{lit},4$) dégage aussitôt......... $0^{Cal},33$

» Une solution concentrée que l'on dilue perd donc momentanément de l'énergie, et d'autant plus que la dilution est plus forte; elle en récupère ensuite, mais la longue durée d'atteinte de l'équilibre ne permet pas de suivre le phénomène entier au calorimètre.

» Au contraire, l'addition d'aldéhyde formique concentré ou dilué à une solution de potasse donne des élévations de température instantanées, sans action secondaire ultérieure sensible. Ce fait permet de résoudre le problème à la condition d'admettre que la solution potassique est à un état final identique, que la solution d'aldéhyde primitivement employée soit concentrée ou diluée.

» Voici un Tableau des résultats obtenus avec des solutions diluées, faites depuis plusieurs jours :

1.	CH^2O	($1^{mol} = 0^{lit},5$) + KOH ($1^{mol} = 0^{lit},5$) dég.......	$3^{Cal},10$ [1]
2.	CH^2O	($1 = 1,0$) + KOH ($1 = 1,0$) »	2,54

[1] Les solutions de potasse, à partir de KOH, $15H^2O$, ne donnent que de très faibles phénomènes thermiques par leur dilution.

3. $2CH^2O$	$(\overset{mol}{1} = \overset{lit}{1,0}) + KOH\ (\overset{mol}{1} = \overset{lit}{1,0})$ »	$\overset{Cal}{3,85}$	
4. CH^2O	$(1 = 2,0) + KOH\ (1 = 2,0)$ »	1,97	total $3^{Cal},97$ $= 2 \times 1^{Cal},98$
5. CH^2O, $KOH(1 = 4,0) + KOH\ (1 = 2,0)$	»	0,45	
6. CH^2O, $2KOH(1 = 6,0) + CH^2O\ (1 = 2,0)$	»	1,55	

» On a trouvé encore, en les ajoutant successivement (à la dilution de 1 mol. $= 2^{lit}$), que

$$CH^2O + KOH + CH^2O + KOH \text{ dégagent } 1^{Cal},94 + 0,74 + 1^{Cal},29$$

soit aussi $2 \times 1^{Cal},98$.

» Ces résultats, conformes à ceux que M. Berthelot a trouvés pour l'aldéhyde ordinaire, montrent que la chaleur dégagée diminue au fur et à mesure de la dilution, et qu'un excès de potasse ou d'aldéhyde l'augmente, l'aldéhyde agissant ici plus énergiquement que la potasse.

» Enfin, les dilutions ont donné :

Solution 1, portée à 12^{lit}, dégage.............. $-2^{Cal},08$
» 2 » dégage.............. $-1^{Cal},49$

» On aurait alors, pour la chaleur de réaction à la dilution totale de 12^{lit}: $3^{Cal},10 - 2^{Cal},08 = 1^{Cal},02$ d'une part, et $2^{Cal},54 - 1^{Cal},49 = 1^{Cal},05$ d'autre part. Il y a concordance.

» Si l'on emploie des solutions concentrées d'aldéhyde, telles que $1^{mol} = 0^{lit},1$ (30 pour 100), et que le volume final soit comme dans les expériences 1 ou 2, on a :

7. CH^2O (1 mol. $= 0^{lit},1$) + KOH (1 mol. $= 0^{lit},9$) dégage..... $3^{Cal},13$
8. CH^2O (1 mol. $= 0^{lit},1$) + KOH (1 mol. $= 1^{lit},9$) dégage..... $2^{Cal},61$

» De plus, les dilutions de 7 et 8 au volume de 12^{lit} absorbent respectivement $2^{Cal},11$ et $1^{Cal},58$.

» Les chiffres sont sensiblement identiques à ceux que fournit l'aldéhyde diluée à l'avance; c'est donc que l'énergie des solutions de concentration $0^{lit},1$, $0^{lit},5$ et 1^{lit} est la même. Par conséquent, l'énergie récupérée lors du refroidissement est sensiblement égale à celle perdue au moment de la dilution.

» Je rappellerai seulement, à propos de la nature des solutions d'aldéhyde formique, que Tollens et Grassmann, par la cryoscopie immédiate de solutions provenant de la dilution d'une solution concentrée, observèrent que celles-ci avaient un point de congélation qui baissait d'autant plus que la solution était plus ancienne. Au bout de plusieurs heures, l'abaissement devenait sensiblement constant et se maintenait tel. Or, si l'on se reporte

à ce qui vient d'être dit, on voit que leurs déterminations cryoscopiques ont été faites non sur une solution arrivée à l'état d'équilibre, mais en voie de refroidissement par une cause *interne*.

» Ces résultats concordent cependant avec les miens, en ce sens qu'ils établissent que l'état stable ne s'atteint que lentement après la dilution.

» La calorimétrie montre ce fait de plus : l'énergie de la solution n'a pas changé, si on la mesure quelque temps après sa dilution.

» Les solutions alcalines ne sont pourtant pas en équilibre définitif. En effet, si l'on dilue une solution un peu concentrée, vingt-quatre heures après le mélange on observe une absorption de chaleur moindre qu'aussitôt après : ainsi, la solution 7 portée aussitôt à 12^{lit} avait absorbé $2^{Cal},11$; le lendemain, elle n'a plus absorbé que $1^{Cal},73$. Ceci est dû à ce que l'aldéhyde se transforme en formiate et alcool :

$$2CH^2O + KOH = CH^4O + CHKO^2,$$

réaction fortement exothermique. Sous la forme

$$2CH^2O + H^2O = CH^4O + CH^2O^2,$$

elle dégage, les corps étant dissous, $2 \times 8^{Cal},1$. Il faut y ajouter, dans l'état actuel, la différence des chaleurs dégagées dans l'action de l'acide formique sur la potasse (soit $13^{Cal},4$) et de l'aldéhyde sur la même base, cette dernière valeur variant avec la dilution.

» J'ai suivi longtemps, pas à pas, cette transformation par un titrage alcalimétrique, espérant qu'en raison de sa simplicité elle se prêterait à une des expressions mathématiques connues, mais je n'ai pu trouver aucune relation simple. On observe les grandes lignes suivantes : transformation se ralentissant beaucoup plus que d'après les lois des masses réagissantes, très rapide en solution concentrée, très lente en solution diluée, activée par un excès d'un des corps. Exemples :

Composition.	Dilution.	Temps.	Aldéhyde transformée.
$CH^2O + KOH$..........	1^{lit}	42^h	0,395
»	»	70	0,525
»	»	1080	0,970
$CH^2O + KOH$..........	2	144	0,264
»	»	1224	0,776
$2CH^2O + KOH$.........	2	18	0,100
»	»	142	0,402
$CH^2O + KOH$..........	12	1056	0,190

» On voit que dans l'action de l'aldéhyde sur la potasse, même aux concentrations les plus fortes, l'influence de cette réaction secondaire peut être négligée pendant les quelques minutes nécessaires pour atteindre l'équilibre dû à la réaction immédiate de l'aldéhyde sur la potasse.

» Lorsqu'on opère à chaud, l'aldéhyde donne avec la potasse une coloration jaune, en même temps qu'il se fait le méthylénitane de Bouttlerow (formose de Lœw). Cette réaction ne se produit pas à froid aux dilutions employées et l'on n'a pas à craindre les polymérisations ou résinifications que M. Berthelot a observées avec l'aldéhyde ordinaire. En admettant que la chaleur de formation du méthylénitane se rapproche de celle des glucoses, on a une transformation fortement exothermique, comme l'a fait observer dernièrement M. Berthelot. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Destruction des matières organiques en Toxicologie.* Note de M. A. **Villiers**, présentée par M. H. Moissan.

« On peut fonder sur l'emploi des sels de manganèse comme ferment minéral un procédé très commode pour la destruction des matières organiques dans les recherches de Toxicologie.

» Dans un ballon dont le bouchon est traversé par un tube à entonnoir, qui se prolonge jusque près du fond, et par un tube aboutissant dans un vase contenant de l'eau, on introduit les matières avec de l'acide chlorhydrique pur étendu de deux ou trois volumes d'eau. Dans certains cas, on peut faire usage d'acide chlorhydrique moins étendu, mais cette concentration suffit généralement. On ajoute par le tube à entonnoir quelques gouttes d'une dissolution d'un sel de manganèse et un peu d'acide azotique que l'on remplace ensuite par petites portions, à mesure qu'il est détruit par l'oxydation des matières. On chauffe le mélange à une température modérée que l'on règle d'après la vitesse du dégagement gazeux. Il est bon de mettre dans le ballon quelques débris de charbon de cornue.

» Les gaz produits sont constitués par de l'acide carbonique et de l'azote presque purs, et l'opération se poursuit ainsi d'une façon très régulière et sans dégagement de produits odorants.

» Les résultats auxquels on arrive sont à peu près de même ordre que ceux obtenus par le procédé au chlorate de potasse et à l'acide chlorhydrique, mais l'opération est plus facile à conduire.

» Les organes, tels que le foie, la rate, les poumons, sont dissous en quelques minutes. Les fibres musculaires sont d'abord désagrégées, puis

dissoutes au bout d'une heure environ. Il ne reste qu'un résidu graisseux qui résiste à l'action oxydante du mélange et paraît contenir des produits de substitution.

» On termine l'opération comme dans le procédé au chlorate. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'acide cafétannique*. Note de MM. **P. Cazeneuve** et **Haddon**, présentée par M. Friedel.

« On attribue à l'acide cafétannique du café la formule $C^{15}H^{18}O^{8}$ depuis les travaux de Hlasiwetz, et l'on admet qu'il est un glucoside résultant de la soudure de l'acide caféique et de la mannitane avec perte d'eau. Le dédoublement aurait lieu suivant l'équation très simple

$$C^{15}H^{18}O^{8} + H^{2}O = C^{9}H^{8}O^{4} + C^{6}H^{12}O^{5}.$$

De nouvelles recherches basées sur l'action de la phénylhydrazine, soit sur l'acide cafétannique lui-même, soit sur son sucre de dédoublement, nous ont démontré que la formule adoptée pour l'acide cafétannique est absolument erronée et que le sucre provenant de son dédoublement est un sucre nouveau qui ne peut être confondu ni avec la mannitane, ni avec aucun sucre connu.

» Tout d'abord, l'acide cafétannique donne une osazone cristallisée, très pure, qui nous a permis de fixer sa formule. Cette osazone s'obtient dans les conditions suivantes :

» On extrait l'acide cafétannique en suivant les indications d'Hlasiwetz. On précipite partiellement une décoction de café par le sous-acétate de plomb. On sépare ce premier précipité qu'on rejette, puis on achève la précipitation. Le précipité plombique, de couleur jaune, est décomposé par l'hydrogène sulfuré. On filtre et l'on concentre au bain-marie jusqu'à la densité de 1170.

» Cent parties de cette solution sirupeuse d'acide cafétannique sont traitées par douze parties de phénylhydrazine pure. On acidule légèrement par l'acide acétique et l'on chauffe au bain-marie. Il se précipite un corps jaune cristallisé en aiguilles, très peu soluble dans l'alcool, fondant à 180°. Des lavages à l'alcool à 85° puis à 95° laissent les aiguilles très pures.

» L'analyse élémentaire, après dessiccation dans le vide, a donné

	I.	II.	III.
C	62,8	»	»
H	5,9	»	»
Az	»	13,28	13,04

» Ces résultats d'analyse concordent très sensiblement avec une formule rationnelle résultant de la soudure de l'acide caféique

$$C^6H^3\begin{cases}CH = CH - COOH\\OH\\OH\end{cases}$$

avec deux molécules de sucre en $C^6H^{12}O^6$ combinées elles-mêmes, comme dans les osazones, avec deux molécules de phénylhydrazine avec élimination d'eau.

» L'acide cafétannique serait

$$C^6H^3\begin{cases}CH = CH - COOH\\OC^6H^{11}O^5\\OC^6H^{11}O^5\end{cases}$$

» Son osazone aurait pour formule

$$C^6H^3\begin{cases}CH = CH - COOH\\OC^6H^9O^3\left(Az - Az\begin{matrix}\diagup C^6H^5\\ \diagdown H\end{matrix}\right)^2\\OC^6H^9O^3\left(Az - Az\begin{matrix}\diagup C^6H^5\\ \diagdown H\end{matrix}\right)^2\end{cases}$$

» Cette formule rationnelle correspond en centièmes à

C	62,7
H	5,5
Az	13,02

chiffres remarquablement concordants avec les données de l'expérience. Cette osazone est insoluble dans la plupart des dissolvants; elle se dissout dans le phénol et dans la naphtaline, mais en proportions insuffisantes pour pouvoir prendre, au sein de ces solvants, son point cryoscopique et déterminer son poids moléculaire très élevé.

» L'étude du sucre, produit de dédoublement de l'acide cafétannique, sucre nouveau que nous décrirons dans une prochaine Note, nous permet de le rapporter très sûrement à la formule $C^6H^{12}O^6$. L'acide cafétannique est donc très probablement, puisque la fonction acide est persistante, un

diéther sucré de l'acide caféique, corps diphénolique, de la formule

$$C^6H^3 \begin{cases} CH = CH - COOH \\ OC^6H^{11}O^5 \\ OC^6H^{11}O^5 \end{cases} \quad \text{ou} \quad C^{21}H^{28}O^{14}.$$

La solution aqueuse d'acide cafétannique, traitée par le sous-acétate de plomb en fractionnant le précipité, donne d'abord un corps blanc, puis un corps jaune, avant même que tout soit précipité. Ce précipité jaune recueilli correspond, à 1 pour 100 près, à la formule

$$\left.\begin{matrix} C^{21}H^{27}O^{14} \\ C^{21}H^{27}O^{14} \end{matrix}\right> Pb, 2PbO.$$

La première partie, précipitée en blanc, est le corps monoplombique, sans doute, qu'on ne peut obtenir suffisamment pur pour l'analyser. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Le coléoptérine, un pigment rouge dans les élytres de quelques Coléoptères*. Note de M. **A.-B. Griffiths.**

« J'ai déterminé la composition chimique d'un pigment rouge dans les élytres des Coléoptères suivants : *Pyrochroa coccinea, Lina populi,* et *Coccinella septempunctata*.

» C'est toujours le même pigment qui a été fourni par chacun de ces insectes.

» On traitait d'abord les élytres par l'alcool bouillant et l'éther : le pigment est soluble dans ces réactifs. La solution filtrée est évaporée à sec. Le résidu est dissous dans l'alcool, et la solution est encore évaporée à sec. Cette opération est répétée plusieurs fois.

» Le pigment rouge est une substance amorphe.

» Les analyses de ce pigment ont donné les résultats suivants :

I.	Substance employée	$0^{gr},462$
	CO^2	$0^{gr},777$
	H^2O	$0^{gr},114$
II.	Substance employée	$0^{gr},303$
	Volume d'azote	$19^{cc},68$
	Pression barométrique	770^{mm}
	Température	15°

	Trouvé.		Calculé pour $C^7H^5AzO^5$.
	I.	II.	
Carbone..........	45,86	»	45,90
Hydrogène........	2,74	»	2,73
Azote...........	»	7,7	7,65
Oxygène..........	»	»	43,72

» Ces résultats répondent à la formule $C^7H^5AzO^5$.

» Ce pigment est dissous par l'alcool, l'éther, le sulfure de carbone et l'acide acétique. Dans l'état isolé, ce pigment est décoloré par la lumière; et les solutions de ce pigment ne donnent pas au spectroscope de bandes caractéristiques d'absorption. Je lui ai donné provisoirement le nom de *coléoptérine*, c'est une lutéine ou lipochrome. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur la casse des vins; interprétation nouvelle basée sur le rôle du fer*. Note de M. **H. Lagatu**, présentée par M. Müntz.

« 1° Si à un vin de bonne tenue on ajoute un sel ferrique (en quantité cependant assez faible pour que la teneur en fer ne dépasse pas celle trouvée dans nombre de vins naturels), on observe un précipité d'aspect en tous points comparable à celui qui caractérise les vins cassés.

» 2° Si à un vin de bonne tenue on ajoute, toujours en même quantité, un sel ferreux, le liquide reste clair en vase clos, mais *casse* à l'air, en présentant une succession de phénomènes semblables à ceux qu'on observe dans la casse naturelle.

» 3° Si enfin on ajoute à la fois cette même quantité de sel ferreux et de l'acide sulfureux (dans les proportions indiquées pour remédier à la casse naturelle), la casse artificielle ne se produit plus, même après exposition prolongée à l'air.

» Il y a donc, entre la casse naturelle et cette casse qu'on peut appeler synthétique, une complète analogie dans les caractères apparents et dans les moyens de l'entraver. Ces observations conduisent à penser que la casse naturelle peut être due à une suite de réactions analogues à celles qu'on provoque par addition de sels de fer.

» L'examen analytique de vins spontanément cassables, avant et après la casse, apporte à cette hypothèse une importante confirmation. Des échantillons de vins cassables, qui nous ont été fournis par M. Roos, nous ont permis de constater qu'après exposition à l'air *la presque totalité du fer que contient le vin passe dans le précipité*.

» D'après ces faits, une théorie de la casse des vins pourrait être résumée comme suit : un vin cassable contient un excès de fer ferreux qui, à l'air, se transforme en fer ferrique, avec ou sans le secours d'une diastase oxydante; sous la modification ferrique, le métal est précipité par les tannins parmi lesquels on comprend la matière colorante. On voit que cette interprétation nouvelle n'est pas contradictoire avec l'influence, actuellement admise, d'une oxydase; mais dans les cas que j'ai étudiés, le rôle de cette diastase, s'il a existé, n'a pas consisté à insolubiliser la matière colorante, mais à favoriser un phénomène d'oxydation qui s'observe toujours sur les solutions étendues de sels ferreux; l'insolubilisation de la matière colorante devient une conséquence de la formation d'un composé ferrique. Cette théorie permet de ramener à des faits bien connus l'influence plus ou moins favorable de certains acides organiques (acides citrique, tartrique...) sur la casse, ces acides engageant le fer dans des combinaisons sur lesquelles les tannins ont peu d'action; elle s'applique à certaines altérations des vins blancs; elle soulève d'intéressantes questions sur les relations possibles entre la tenue des vins et la pratique des badigeonnages au sulfate de fer. Je me propose de l'appuyer bientôt sur de nouveaux faits par une étude entreprise en collaboration avec M. Roos. »

ZOOLOGIE. — *Sur les capsules surrénales, les reins, le tissu lymphoïde des Poissons lophobranches.* Note de M. E. **Huot**, présentée par M. Edmond Perrier.

« Les capsules surrénales des Poissons lophobranches apparaissent chez l'embryon, dans les premiers stades où j'ai pu les observer, sous forme de deux vésicules closes, situées à la face ventrale du rein, à droite et à gauche, à peu près à la hauteur de l'orifice anal.

» Elles sont alors formées par une seule assise de cellules dont les noyaux fixent énergiquement la plupart des matières colorantes : carmin, safranine, etc. Chez l'adulte, elles ont l'aspect de deux petites masses sphériques entourées par une mince enveloppe fibreuse, et sont formées d'un plus ou moins grand nombre de vésicules closes dans les intervalles desquelles circulent des vaisseaux sanguins. Elles gardent chez les Syngnathiniens adultes la place qu'elles occupaient chez l'embryon; chez les Hippocampiniens, elles peuvent s'enfoncer plus ou moins profondément dans le tissu rénal.

» L'étude de jeunes *Acanthias vulgaris*, longs de 20^{cm} environ, me montre, avec la plus grande évidence, que la structure du corps interrénal est la même que celle des capsules surrénales des Poissons lophobranches. Les corps pairs suprarénaux diffèrent d'autre part de ces mêmes capsules surrénales et n'ont en outre que des relations de contiguïté avec les ganglions sympathiques.

» Le système urinaire des Lophobranches paraît, au premier abord, quand on ouvre la cavité viscérale, représenté par deux reins symétriquement disposés et également développés. Une étude plus approfondie, faite au moyen de coupes en séries, montre que du côté gauche se trouve une veine cardinale unique, entourée par le rein qui n'est développé que de ce côté.

» Du côté droit, le long de la colonne vertébrale, se trouve l'aorte entourée par un tissu lymphoïde très développé. Ce tissu lymphoïde se retrouve à la face dorsale du rein, mais prend là un faible développement. Sa coloration ne permet pas de le distinguer au premier abord du tissu rénal. Il débute dans la région céphalique, pour se continuer dans toute l'étendue du corps, presque jusqu'à l'extrémité caudale. Dans la région postanale, il entoure l'artère et la veine caudales, et prend un très grand développement dans la région correspondant à la poche chez les Syngnates. Il existe chez le mâle et la femelle, sans présenter de différences appréciables.

» Chez les Lophobranches, dont les embryons sont fixés dans la région abdominale, le tissu lymphoïde est moins abondant dans la région caudale mais est néanmoins très visible.

» Au point de vue histologique, il est formé par des amas de cellules qui, à la périphérie, se disposent parfois en rangées columnaires. Les veines, qui viennent des différentes parties du corps, forment un réseau très serré de capillaires sanguins, dans le tissu lymphoïde, avant d'aboutir dans la veine caudale ou dans la veine cardinale unique. Il y a donc là un système porte. Le tissu lymphoïde des Lophobranches doit être rapproché des deux trainées cellulaires qui se trouvent, chez les Rhipnoïques, à la face dorsale des reins, et des amas de cellules lymphoïdes qui se trouvent répandus très irrégulièrement dans tout le parenchyme rénal de la plupart des Téléostéens. Il se développe de très bonne heure chez l'embryon et n'est comparable ni au corps interrénal, ni aux corps suprarénaux des Élasmobranches.

» Le rein impair du Lophobranche est composé de tubes urinifères

ramifiés et entourant la veine cardinale unique. On n'y trouve aucun corpuscule de Malpighi. Des capillaires sanguins circulent entre les tubes urinaires, dont la plupart sont accolés intimement à la paroi de la veine cardinale. L'excrétion doit donc se faire directement par osmose, l'urine passant à travers la paroi des vaisseaux sanguins pour pénétrer dans les canaux excréteurs.

» La veine caudale débouche à plein canal dans la veine cardinale; on ne trouve donc pas, chez les Poissons lophobranches, de système porte rénal aussi bien caractérisé que chez la plupart des Téléostéens.

» En résumé : 1° Les capsules surrénales des Poissons lophobranches sont formées par deux amas de vésicules closes situées à la face ventrale du rein, au niveau de l'anus, et sont comparables, au point de vue de leur structure, au corps interrénal des Élasmobranches.

» 2° Un tissu lymphoïde, très développé dans la région caudale, forme une longue traînée du côté droit, dans la cavité abdominale, autour de l'aorte, et remplace le rein absent de ce côté.

» 3° Le rein impair est développé seulement du côté gauche, autour de la veine cardinale unique, et ne présente pas de corpuscule de Malpighi. »

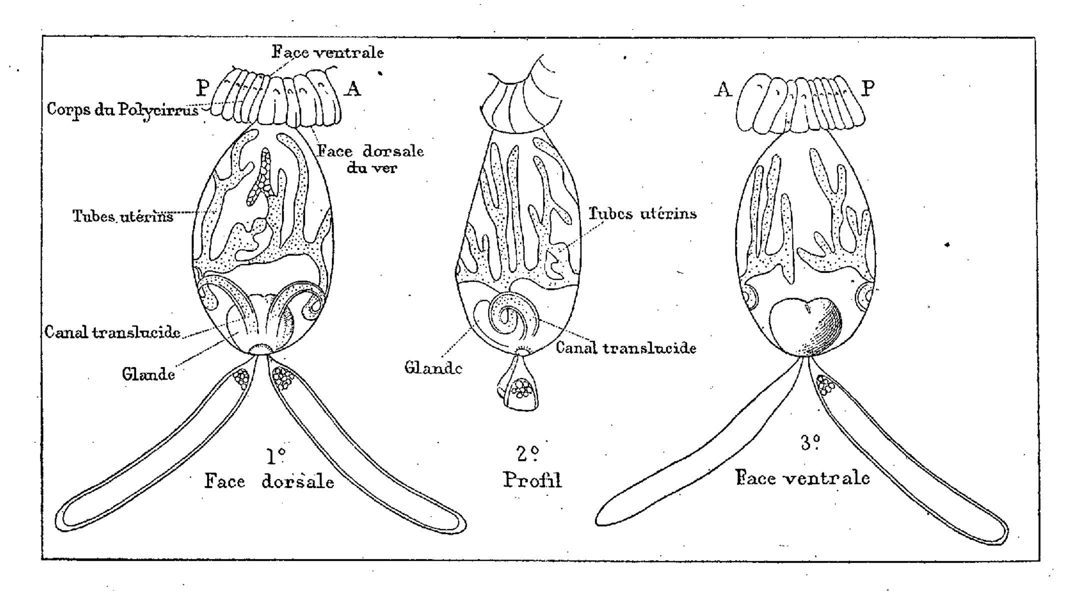
ZOOLOGIE. — *Sur un Copépode nouveau* (Saccopsis Alleni, nova species, *parasite de* Polycirrus aurantiacus *Grube*). Note de M. **Émile Brumpt**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Cette nouvelle espèce, du genre *Saccopsis* Levinsen, que je propose de dédier à M. E.-J. Allen, directeur du laboratoire de Plymouth, vit en parasite sur un Polychète sédentaire, le *Polycirrus aurantiacus*, très commun dans les cavités des scories du fond du port de Plymouth. Dans cette Note préliminaire, je me bornerai à une description purement morphologique, me réservant de traiter plus tard en détail la structure histologique et l'anatomie de ce parasite.

» Comme matériaux pour cette étude, plusieurs dragages m'ont permis de récolter et d'observer pendant plusieurs jours trois femelles vivantes ; l'une d'elles m'a fourni un nombre considérable de Nauplius, dont je n'ai pu, malheureusement, poursuivre l'étude bien longtemps. De son côté, M. Hodgson, assistant de la station de Plymouth, ayant trouvé deux nouveaux exemplaires femelles fixés sur le même ver, peu de temps après mon départ, eut l'obligeance de me les envoyer.

» *Description.* — Le corps de la femelle est sacciforme, dépourvu de segmentation; la partie postérieure légèrement renflée porte à sa portion tout à fait terminale deux sacs ovigères cylindriques, faiblement courbés vers l'extérieur et d'une longueur égale ou dépassant même généralement celle du corps; la partie supérieure, légèrement rétrécie, est fixée à la face dorsale du ver (tout au moins chez les cinq exemplaires que j'ai examinés). Cet animal est absolument dépourvu d'appendices et la paroi de son corps entièrement lisse. On y distingue cependant à droite et à gauche du tiers inférieur un petit renflement circulaire correspondant au trajet interne de la partie inférieure de l'oviducte (canal translucide de M. Levinsen). Longueur du corps, 4^{mm}; plus grande largeur, 2^{mm}; largeur au point d'insertion, 1^{mm}. Sacs ovigères : longueur, 4^{mm} à 6^{mm}; largeur, $0^{mm},75$.

» *Orientation.* — Le Copépode est fixé sur le corps de l'Annélide de telle façon que son plan sagittal soit perpendiculaire à l'axe du corps de celle-ci (voir *fig.* 1 : A partie antérieure du tronçon de ver, P sa partie posté-



rieure). Cet animal étant dépourvu d'appendices thoraciques, de pièces buccales, d'antennes, il est très difficile de dire, à un simple examen superficiel, où sont respectivement situées la face ventrale et la face dorsale. Des coupes parallèles au plan sagittal (que je dois à l'obligeance du Dr Ragovitza) ont seules pu me renseigner. L'ovaire, qu'il est facile de distinguer, se trouve, en effet, toujours placé sur la face dorsale (*fig.* 5).

» Chez l'exemplaire que j'ai particulièrement étudié au point de vue de

ses rapports avec le *Polycirrus*, la partie dorsale se continuait avec le côté gauche du ver, la ventrale avec le côté droit (voir *fig.* 1 et 3).

» *Rapports avec l'hôte.* — Le Copépode s'insère directement suivant un rebord circulaire sur la face dorsale de son hôte; il y occupe la longueur d'un anneau ou d'un anneau et demi. Je n'ai distingué aucune solution de continuité sur le pourtour de cette insertion, soit à la loupe, soit sur des coupes; je puis donc affirmer que cet animal n'a pas d'ouverture buccale. L'épiderme du ver et celui du crustacé sont si intimement accolés qu'il m'a été impossible de les séparer, même par des tractions assez énergiques, après plusieurs heures de macération dans la potasse concentrée (voir

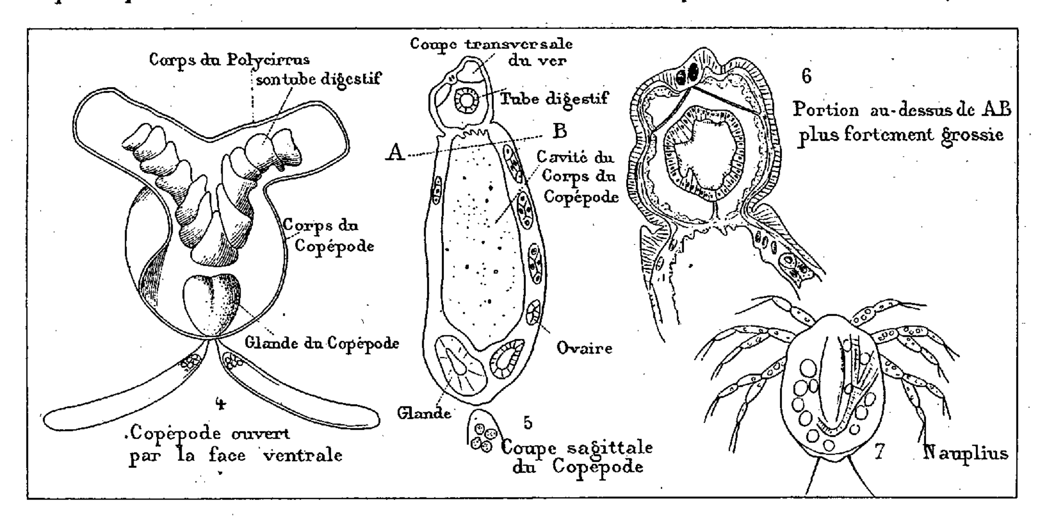


fig. 6). Cet animal, qui n'a ni pièces buccales, ni bouche, ne possède pas davantage d'anus, et une question intéressante se pose de suite ici : comment se nourrit-il? Quand on examine un de ces animaux vivants (je l'ai constaté sur les trois échantillons que j'ai observés pendant plusieurs jours), on aperçoit dans son corps, de couleur ambrée, une masse rougeâtre dout le volume varie et qu'il devient, à certains moments, difficile de distinguer : c'est ce que je pris d'abord pour son tube digestif. La dissection d'un exemplaire me montra qu'il en était tout autrement. Cette masse rouge, de volume variable, qui se trouve dans la cavité générale du Copépode, n'est autre chose que le tube digestif du ver, faisant hernie, par l'ouverture autour de laquelle se trouve fixé le parasite. La portion de tube digestif ainsi invaginée, qui doit avoir une importance si grande pour la nutrition du *Saccopsis*, présente des modifications plus accentuées que celles représentées par la *fig.* 4; les anneaux du tube digestif sont plus

élargis vers la partie inférieure. Cette disposition indique donc que cette hernie, qu'elle soit normale ou accidentelle, devait déjà dater d'assez longtemps. Ce fait, que j'ai constaté sur quatre exemplaires et que je croyais général, il m'a été impossible de le retrouver sur le cinquième spécimen, que j'avais à ma disposition, et qui est précisément celui que j'ai étudié par des coupes.

» Les organes de la reproduction se composent :

» 1° D'un ovaire assez petit, rempli de cellules polyédriques, fortement colorées par le picro-carmin; sans le secours des coupes, il est impossible de le distinguer des autres parties;

» 2° D'un grand nombre de cæcums ramifiés (7 à gauche, 6 à droite), remplis d'œufs entourés d'un vitellus abondant;

» 3° D'un oviducte renflé à sa partie inférieure (canal translucide de M. Levinsen); sa structure rappelle celle des glandes cémentaires;

» 4° D'une glande (?) impaire volumineuse, présentant un sillon sur la ligne médiane, et dans laquelle semblent venir se jeter les deux glandes cémentaires; elle présente une structure histologique très intéressante; peut-être est-elle l'homologue du réceptacle séminal des autres Copépodes.

» En résumé, cette nouvelle espèce, que je fais rentrer dans le genre *Saccopsis* Livinsen, diffère de l'espèce unique (*Saccopsis Terebellidis*) décrite par cet auteur par des caractères bien tranchés, tirés :

» 1° De la forme générale du corps, de la largeur des sacs ovigères, etc.;

» 2° De son mode de fixation, qui est absolument spécial;

» 3° De l'absence de l'orifice médian (vulve?), que l'on trouve dans *Saccopsis Terebellidis*. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Action des sels minéraux sur le développement et la structure de quelques Graminées* [1]. Note de M. **Ch. Dassonville**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« L'influence des divers milieux sur les plantes a déjà été étudiée par MM. Bonnier, Costantin, Dufour, Gain, Jumelle, Lhotelier, Landel, Molliard, Russell. Je me suis proposé de rechercher les variations de forme et de structure que les Graminées présentent, suivant qu'elles ont vécu dans l'eau distillée ou dans une solution saline.

---

[1] Ce Travail a été fait au laboratoire de Biologie végétale, dirigé par M. Gaston Bonnier.

» Les cultures ont été faites dans des éprouvettes entourées de papier noir, afin d'empêcher le développement des algues; ces éprouvettes étaient placées les unes à côté des autres, dans les mêmes conditions de température et d'éclairement, de façon à ne différer entre elles que par la présence ou l'absence de certains sels.

» La solution saline employée était la liqueur de Knop, que l'on obtient en dissolvant dans un litre d'eau : 1gr de nitrate de chaux, 0gr,250 de phosphate de potasse, 0gr,250 de nitrate de potasse, 0gr,250 de sulfate de magnésie, des traces de peroxyde de fer.

» Je vais résumer les différences que j'ai observées sur le Seigle, le Blé, l'Avoine et le Maïs.

I. — Morphologie externe.

» Dans l'eau distillée, les racines ont acquis un diamètre un peu plus grand que dans la solution saline, mais elles sont restées extrêmement courtes. Le développement des parties aériennes a été très limité : au bout de quelques semaines, la croissance a cessé; toutefois, les plantes ont vécu plus longtemps que dans la solution saline.

» Dans la solution saline, les plantes ont pris dès le début un grand développement. Les racines, grêles et longues, se sont abondamment ramifiées. Vers le soixantième jour de végétation, l'Avoine et le Blé ont fléchi au niveau du deuxième entrenœud de la base, sous l'influence du poids trop considérable des parties supérieures. En un mot, ces plantes ont versé; puis elles se sont décolorées. Le Maïs a poussé vigoureusement, mais il s'est rapidement décoloré. Au degré de concentration que j'ai indiqué, la solution a fait périr le Seigle vers le quarantième jour.

» D'autres Seigles, semés dans la liqueur de Knop étendue de son poids d'eau, se sont parfaitement développés et ont donné des graines.

II. — Morphologie interne.

» A. *Racine*. — Chez toutes ces Graminées, on constate, en l'absence des sels, une lignification intense dont le siège varie avec les espèces :

» Chez le Seigle, cette lignification porte sur les cellules de la troisième et de la quatrième rangée comptées depuis l'assise pilifère.

» Chez le Blé, elle porte sur toutes les cellules de l'écorce.

» Chez le Maïs, les parois internes et latérales de l'endoderme et de l'assise subéreuse sont très lignifiées.

» Enfin, chez l'Avoine, les éléments de l'écorce restent minces; mais le conjonctif du cylindre central est entièrement sclérifié.

» De toute cette lignification, celle de l'endoderme du Maïs est la seule qui persiste quand les plantes ont été cultivées dans la liqueur de Knop; encore est-elle incomparablement moins intense que dans l'eau distillée.

» Quand les sels font défaut, l'écorce est dépourvue de méats. En leur présence, au contraire, l'écorce de la racine du Seigle présente de nombreux méats; celle des racines d'Avoine, de Blé et de Maïs possède de larges lacunes aérifères.

» Enfin, les faisceaux affectent des dispositions différentes suivant que les plantes ont vécu dans l'eau distillée ou dans la solution saline.

» Dans le premier cas, la racine d'Avoine possède un gros vaisseau axile placé au milieu du conjonctif sclérifié et cinq vaisseaux de petit diamètre appuyés contre l'endoderme; tandis que, dans la liqueur de Knop, on observe quatre ou cinq gros vaisseaux, répartis irrégulièrement dans le conjonctif, et dix vaisseaux périphériques dont les éléments les plus externes ne présentent pas trace de lignification.

» Les différences sont moins fortes chez les autres espèces, mais elles sont de même ordre. Elles se résument en une augmentation, en présence des sels, du nombre et du calibre des vaisseaux, avec lignification moins accusée de leurs parois.

» Dans la solution saline, la lignification est beaucoup moins grande, mais le liber est plus abondant, surtout chez le Blé.

» B. *Tige*. — Dans la liqueur de Knop, le méristème du cylindre central de la tige se cloisonne abondamment et différencie un grand nombre de faisceaux.

» Au quarantième jour de végétation, au niveau du troisième entrenœud inférieur, on compte 15 faisceaux chez le Blé, 16 chez le Seigle et l'Avoine. Ces faisceaux sont répartis sur deux circonférences concentriques et sont séparés les uns des autres par de grandes cellules ayant l'aspect des éléments de la moelle. La lignification des vaisseaux et celle des cellules de l'assise-limite de chacun d'eux sont extrêmement faibles, et font complètement défaut chez le Blé. Le liber est abondant. L'épiderme est mince.

» Dans l'eau distillée, le méristème du cylindre central limite de bonne heure ses cloisonnements. Ses cellules restent petites; elles lignifient très fortement leur membrane et forment un véritable manchon d'éléments lignifiés englobant les faisceaux qui sont disposés sur un seul cercle. On compte 11 faisceaux chez le Seigle, 12 chez l'Avoine et chez le Blé. Les parois des vaisseaux et de l'assise-limite de chacun des faisceaux sont très lignifiées. Le liber est peu abondant. L'épiderme est fortement cutinisé, sauf chez le Blé.

» C. *Feuille*. — Dans l'eau distillée, l'épaisseur des feuilles est faible, le nombre des nervures est très réduit.

» Chez l'Avoine, le Seigle et le Blé, les faisceaux les plus volumineux sont reliés à l'épiderme supérieur et à l'épiderme inférieur par une bande

de cellules qui, toutes, ont leurs parois lignifiées. Les feuilles présentent sur leur bord des bandes de fibres scléreuses. Le mésophylle est collenchymateux. L'épiderme de l'Avoine est cutinisé, sauf au niveau des cellules bulliformes. Celui du Blé et celui du Seigle restent minces, mais ils portent de nombreux poils lignifiés.

» En présence des sels, le nombre des nervures est beaucoup plus grand. La plupart des cellules constituant la bande qui va des faisceaux à l'épiderme supérieur et à l'épiderme inférieur gardent leurs parois minces et non lignifiées. Le mésophylle est formé de très larges cellules de parenchyme; il est très abondant au-dessus de la nervure médiane.

» *En résumé*, des faits qui viennent d'être exposés on peut conclure :

» 1° *Morphologie externe*. — Dans la solution saline, les Graminées acquièrent, tant pour leurs racines que pour leurs organes aériens, un plus grand développement; mais un degré de concentration en apparence peu considérable est souvent nuisible.

» Dans les conditions de l'expérience, les sels ont provoqué la verse du Blé et de l'Avoine et ont exercé, à la longue, une action destructive sur la chlorophylle.

» 2° *Morphologie interne*. — Les sels de la solution de Knop modifient la structure du Seigle, de l'Avoine, du Blé et du Maïs : 1° la lignification est entravée dans tous les organes. Cette action explique le défaut de résistance de la tige à sa base et la verse que nous avons constatée dans nos cultures; 2° les dimensions des cavités aérifères de la racine sont fortement augmentées; 3° le cloisonnement du méristème vasculaire de la tige est plus considérable, d'où il suit que le nombre des vaisseaux augmente dans tous les organes; le calibre des vaisseaux est plus grand.

» En l'absence des sels, la lignification est beaucoup plus accentuée; il se forme des bandes scléreuses au voisinage des nervures et sur le bord de la feuille; le tissu assimilateur est très réduit.

» En somme, *les Graminées étudiées présentent, lorsqu'elles sont cultivées dans l'eau pure, un plus faible développement de tous les tissus, mais, par contre, une lignification beaucoup plus grande*. »

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur la propagation au* Pseudocommis Vitis *Debray*. Note de M. E. **Roze**, présentée par M. Chatin.

« L'existence de ce Myxomycète ne me paraissant pas laisser de doute, ainsi que je l'expliquais dans une Note précédente, j'ai cherché à connaître

quels étaient les moyens dont il disposait pour se propager. D'après mes expériences culturales, je suis porté à croire que, tant que son plasmode est vivant, dans les cellules qu'il a envahies, il a la faculté d'en sortir, lorsqu'il se trouve placé dans des conditions favorables, pour aller contaminer d'autres végétaux. Ces contaminations peuvent se faire, soit dans le sol, soit par l'air. M. Debray avait déjà dit : « Les feuilles de Vigne atteintes, » tôt ou tard tombent; les milliers de kystes qu'elles renferment sont mis » en liberté par la destruction de leurs tissus et pourront porter ailleurs » l'infection. »

» Cette année, les Cerisiers et les Abricotiers, dans les branches desquels le *Pseudocommis* est très souvent hospitalisé, ont subi les effets de son développement peu ordinaire. Certains de ces arbres malades ont beaucoup de leurs fruits attaqués et presque toutes leurs feuilles sont parsemées de nombreuses taches d'un brun rougeâtre ou noirâtre : on peut remarquer facilement que le plus grand nombre de ces taches, qui sont isolées ou parfois conniventes, s'entourent à la périphérie d'une zone plus foncée que le milieu de la tache, ce qui résulte d'une plus forte concentration des plasmodes dans cette zone; il se produit un retrait dans la tache même et cette particule de tissu plasmodique, souvent discoïde, se détache et tombe, laissant la feuille trouée. Que deviennent ces particules de tissu plasmodique? J'avais cru d'abord qu'elles allaient contaminer les feuilles d'autres végétaux. Mais placées, dans une serre, sur les feuilles mouillées de diverses plantes susceptibles d'être infectées, elles n'y ont causé aucune altération. Il n'en a pas été de même lorsque je les ai mises en terre, autour de graines en germination : celles-ci ont été attaquées et plusieurs mortifiées.

» Le rôle de ces particules de tissu plasmodique est donc d'aller contaminer le sol des cultures ou d'y développer les kystes et plasmodes libres dont je vais parler. Je puis ajouter que les Amygdalées sont toutes plus ou moins attaquées par le *Pseudocommis*. Les feuilles des Merisiers, Pruniers et Pêchers présentent les mêmes productions de particules de tissu plasmodique que celles des Cerisiers et Abricotiers. Mais ces deux derniers arbres sont plus sérieusement atteints dans notre région.

» D'un autre côté, les feuilles de Poiriers et Pommiers, très sains, offrent aussi des taches de Brunissure. J'ai cherché à me rendre compte de ce qui produisait ces taches sur les feuilles des Pommiers. Elles débutent par une ou deux cellules de l'épiderme, ce qui prouve que le *Pseudocommis* ne les attaque que sous une forme extrêmement petite. Or, en raclant des feuilles

qui commençaient à se tacher, j'ai pu observer, au microscope, que dans ces raclures se trouvaient soit des kystes libres, soit des poussières siliceuses entourées de plasmodes. Si l'on veut bien se rappeler que j'avais déjà constaté que, sur la terre des pots dans lesquels germaient des Pommes de terre, le Myxomycète, hospitalisé dans les tubercules, était venu former des plasmodes et des kystes semblables, on pourra se faire une idée de cette formation spéciale destinée à servir à une contamination aérienne. D'après mes observations, la plupart des taches de brunissure qui apparaissent sur les feuilles de nombre de plantes arborescentes ou vivaces seraient dues à ce mode de contamination.

» Enfin j'ai remarqué que des Pommes de terre avaient été, dans un champ, contaminées par des débris, enfouis dans le sol, de branches de Pêchers qui étaient eux-mêmes très attaqués par le *Pseudocommis*.

» De tout ce qui précède, il me semble qu'il y a lieu de craindre d'introduire, dans certaines cultures, d'abord les Cerisiers, puis les autres Amygdalées, qui, dans les années humides, soit par leurs feuilles infectées, soit par les débris de leurs branches malades, peuvent singulièrement faciliter la propagation du parasite. »

PALÉONTOLOGIE. — *Sur la découverte de nouveaux gisements de Mammifères fossiles dans l'île de Corse.* Note de M. **Charles Depéret**, présentée par M. Albert Gaudry.

« M. le commandant Caziot a profité d'un séjour prolongé en Corse pour étudier l'histoire naturelle de cette grande île, et il a bien voulu me communiquer une intéressante série d'ossements fossiles recueillis aux environs de Bastia et de Bonifacio.

» Les brèches osseuses de Bastia sont bien connues depuis Cuvier (*Oss. foss.*, t. VI, p. 394) qui a décrit les poches argilo-ferrugineuses des carrières de Toga à *Lagomys corsicanus, Arvicola, Lepus,* ruminant de la taille du Daim. Ce gisement et quelques autres des environs de Bastia ont été, plus tard (1862), explorés par M. Locard, qui a enrichi le Muséum de Lyon d'une belle série d'ossements étudiés par M. Lortet. Ce savant a reconnu : *Lagomys corsicanus, Myoxus glis, Mus sylvaticus, Canis vulpes, Ovis musimon, Lepus, Perdix, Lacerta, Testudo,* associés à des fragments de crâne et de maxillaires humains (*Arch. Mus. Lyon*, t. I). Le gisement de Toga est aujourd'hui détruit par les progrès de l'exploitation des calcaires,

ainsi qu'il résulte d'une Note récente de M. Harlé (*Bull. Soc. géol.*, t. XXII. p. 107).

» Aussi faut-il enregistrer avec intérêt la découverte, faite par M. le capitaine Ferton, d'un nouveau gisement de même nature, dans le sud de l'île, aux environs de Bonifacio. Le gisement se trouve à 1500^m de cette ville, sur la route de Porto-Vecchio; en ce point, le talus de la route est formé de bancs de mollasse miocène entre lesquels se montre une assez vaste poche de 7^m de longueur, remplie d'une terre argilo-sableuse riche en ossements; la disposition du gisement rappelle tout à fait celle des poches *sidérolithiques*. Dans les fossiles que m'a adressés M. Caziot, j'ai reconnu : *Lagomys corsicanus* Cuv., plusieurs mandibules et des os des membres; *Cervus*, fragment de mandibule avec la première prémolaire, identique au Cerf décrit ci-dessous, du gisement de Nonza; *Chiroptère*, extrémité de radius; fragments indéterminables d'Oiseaux et de Batraciens.

» Dans le nord de l'île, M. Caziot a observé sur le versant occidental du cap Corse, entre Nonza et Farinole, une série d'excavations creusées dans les roches serpentineuses qui forment une falaise à pic sur le bord de la mer, et au-dessus de laquelle passe la route en corniche qui fait le tour du cap. Il a exploré deux de ces excavations auxquelles on ne peut accéder qu'à l'aide d'une barque; l'une d'elles contient un limon argilo-ferrugineux de 1^m environ d'épaisseur, accumulé dans le fond de la grotte. Ce dépôt argileux, compact renferme beaucoup d'ossements disséminés. M. Caziot a exploré sommairement cette couche et m'a adressé une série d'ossements d'un Cervidé de la taille du Daim; les caractères de ses bois sont très particuliers : la perche, ronde à la base, s'aplatit un peu plus haut; elle porte, à 8^{cm} de la meule, un premier andouiller antérieur et un deuxième andouiller antérieur à 8^{cm} au-dessus du premier. Ces deux andouillers s'insèrent à angle droit sur la perche, le premier semble même avoir été légèrement déclive; le bois s'aplatit de plus en plus vers le haut qui est brisé à 5^{cm} au-dessus du deuxième andouiller.

» Ce bois diffère totalement de celui du *Cervus corsicanus* actuel (race régionale de l'Élaphe) par la forme aplatie de la perche et surtout par la position du premier andouiller, très élevé au-dessus de la meule au lieu d'être basilaire. Il ne présente d'affinités qu'avec deux espèces fossiles d'Angleterre : le *Cervus Falconeri* Dawk, du Crag de Norwich, et le *C. Sedgwicki* Falconer, du forest-bed, espèces auxquelles le bois de Corse ressemble par la position élevée du premier andouiller, par la forme de la

perche, ronde à la base, aplatie au-dessus du maître andouiller, enfin par l'insertion à angle droit des andouillers sur le bord antérieur de la perche. Mais le Cerf de Nonza diffère du *C. Falconeri* dont les deux andouillers inférieurs sont placés dans deux plans à angle droit au lieu d'être dans un même plan, et du *C. Sedgwicki* dont les andouillers s'élargissent rapidement dès leur base pour donner naissance à des bifurcations secondaires, tandis qu'ils semblent avoir été simples dans le Cerf fossile de Corse. Je pense donc qu'il s'agit d'une forme nouvelle se rapprochant du groupe pliocène des *C. ramosus, Sedgwicki, dicranius* (s. g. *Eucladocerus* Falc.), et que je propose de désigner sous le nom de *Cervus Cazioti*.

» *Considérations générales*. — Les découvertes d'animaux terrestres fossiles dans les îles présentent un intérêt exceptionnel, parce qu'elles sont la source de renseignements la plus sûre sur les vicissitudes de rattachement ou de séparation de ces terres d'avec les continents voisins.

» En ce qui concerne l'archipel tyrrhénien, on sait déjà que l'isolement définitif de la Sardaigne, de l'île d'Elbe, de Pianosa, de la Corse est de date fort récente, comme l'indique la présence dans ces îles d'animaux terrestres, tels que l'*Ursus spelæus*, le Cheval, l'Ane (île d'Elbe), le *Mus. sylvaticus*, le *Mustela vulgaris*, à Pianosa, etc.; pour la Corse, la liste des animaux de Toga, indiquée plus haut, ne laisse guère non plus de doute sur l'âge récent (sans doute quaternaire) des effondrements qui ont isolé cette grande île. Si je rappelle ces hypothèses déjà connues, c'est pour porter l'attention sur deux faits qui me paraissent établir l'existence de communications entre la Corse et le continent dans la dernière moitié des temps pliocènes. Le premier a trait à l'identité spécifique que j'ai été amené à constater entre le *Lagomys corsicanus* de Corse et le *Lagomys* du pliocène moyen du Roussillon. Le deuxième, entièrement nouveau, résulte de l'existence, à Nonza et sans doute à Bonifacio, d'un Cerf (*C. Cazioti*) qui se rattache de très près au groupe des Cerfs du pliocène supérieur d'Angleterre et du val d'Arno. Ce *Lagomys* et ce Cerf, dont l'origine pliocène n'est pas douteuse, semblent donc avoir été, vers la fin du pliocène, isolés de leurs proches parents européens, auxquels ils paraissent avoir survécu en Corse pendant au moins une partie de la période quaternaire. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur quelques localisations de la morphine dans l'organisme*. Note de MM. **A. Antheaume** et **A. Mouneyrat**, présentée par M. A. Gautier.

« Le petit nombre d'observations relatives à la question de la localisation de la morphine dans l'organisme des malades soumis à ce médicament, et les résultats contradictoires des divers auteurs nous ont engagés à étudier de près le cas suivant, que nous avons pu observer à l'asile Sainte-Anne, dans des conditions particulièrement favorables à cette recherche.

» Il s'agit d'un homme de quarante-deux ans, atteint depuis huit ans de morphinisme thérapeutique. Quatre ans après le début de l'intoxication, ce malade était arrivé progressivement à prendre chaque jour, en injections sous-cutanées, la dose considérable de *quatre* grammes de morphine et de *trois* grammes de cocaïne.

» A son entrée à l'asile, il avait renoncé totalement, depuis deux ans, à l'usage de la cocaïne, mais il prenait encore quotidiennement deux grammes de morphine et présentait les symptômes habituels du morphinisme chronique.

» La privation progressive de morphine put être pratiquée de suite, sans incident notable, par la méthode demi lente; au bout d'un mois, on cessa toute injection de morphine. Cette suppression parut d'abord bien supportée; mais quatorze jours après, sans que rien pût le faire prévoir, le malade mourait subitement. C'est dans ces conditions que nous avons recherché la morphine dans le cerveau, le foie et les reins.

» La méthode que nous avons suivie est celle de Dragendorff légèrement modifiée. Chacun des organes, finement divisé, est délayé avec de l'eau alcoolisée jusqu'à consistance très fluide, puis additionné du dixième de son volume d'acide sulfurique au cinquième. Après digestion pendant douze heures, à 44°-47°, on sépare le liquide par décantation et le résidu subit un nouveau traitement. Les deux liquides ainsi obtenus sont réunis, évaporés à consistance sirupeuse, puis épuisés à l'alcool et à la benzine. Ces deux derniers dissolvants, après évaporation, laissent un résidu dans lequel on ne trouve pas trace d'alcaloïde. La liqueur acide est alors reprise par la benzine, portée à 35°-40° et additionnée d'ammoniaque jusqu'à réaction franchement alcaline. Il est à noter que l'ammoniaque a été ajoutée par petites portions et que chaque addition a été suivie d'agitation

rapide, afin de prévenir la transformation de la morphine amorphe en morphine cristallisée, qui est à peu près complètement insoluble dans la benzine.

» Après repos et décantation, la matière est soumise à un nouveau traitement. On réunit les deux solutions benzéniques et l'on évapore; le résidu coloré est repris par l'acide chlorhydrique dilué. Un dernier traitement par la benzine ammoniacale donne, après évaporation, un résidu manifestement cristallisé qui, examiné au microscope, laisse voir des prismes orthorhombiques incolores.

» Pour les caractériser, on les redissout dans l'eau chlorhydrique. La liqueur, ainsi obtenue, précipite par les réactifs généraux des alcaloïdes. Elle donne instantanément, avec les sels de sesquioxyde de fer, une coloration bleu foncé; avec l'acide azotique une coloration rouge jaunâtre; avec le réactif de Fröhde une coloration violette qui passe au rouge et au brun verdâtre. Elle réduit *immédiatement* l'acide iodique, et, par addition de sulfure de carbone et agitation, on obtient une belle coloration violette.

» De l'ensemble de ces réactions nous nous croyons autorisés à conclure à la présence de la morphine ou de l'un de ses dérivés immédiats dans les organes que nous avons examinés : cerveau, foie, reins.

» Il résulte de ces observations que, quatorze jours après toute injection de morphine, on peut retrouver cet alcaloïde chez un morphinique ancien, soumis à la démorphinisation progressive.

» Nous ajouterons enfin que, d'après l'*intensité* des réactions, c'est surtout du foie que nous avons retiré de la morphine; ensuite, en moindre proportion, du cerveau et des reins ([1]). »

PHYSIOLOGIE. — *Nouvelles expériences sur l'irritation des nerfs par des rayons électriques*. Note de M. B. Danilewsky (de Kharkoff), présentée par M. A. Chauveau.

« Dans une Communication précédente j'ai eu l'honneur de présenter des faits qui démontrent la possibilité d'exciter les nerfs par les rayons électriques sans le concours de conducteurs intermédaires.

» Dans ma Communication présente je crois utile, comme suite indispensable, de citer plus loin les faits qui peuvent servir à l'explication des

([1]) Ce travail a été fait dans le service de M. Magnan à l'Asile Sainte-Anne.

phénomènes neuro-électriques que j'ai décrits (excitation par l'influence ou l'induction).

» 13. Dans tous les cas où la préparation neuro-musculaire de grenouille est excitée par voie d'induction à distance, on peut renforcer l'excitation, si l'on réunit le bout central du nerf avec un conducteur (A) quelconque d'une électro-capacité suffisante (un morceau de la colonne vertébrale, un morceau de papier mouillé, etc.). Au contraire, si l'on éloigne ces *condensateurs* et même si l'on coupe le nerf tout près du muscle, les contractions s'affaiblissent notablement.

» Du reste, le muscle peut être excité aussi par voie d'induction sans la participation du nerf.

» 14. La signification physique du condensateur accessoire (A) mentionné ci-dessus ressort du fait suivant : l'approche de la main ou d'un autre conducteur relié au sol renforce l'excitation induite (voir la première Communication), même quand la main n'est approchée que du *condensateur* A. Pour que l'expérience réussisse mieux, il faut placer la préparation de grenouille de telle façon que le bout central du nerf (avec A) soit plus éloigné de l'électrode irritante de la bobine de *Ruhmkorff* (méthode unipolaire).

» 15. La seconde condition importante de l'irritation unipolaire à distance consiste en la *grandeur de la plaque métallique* de l'électrode de la bobine qui sert d'excitateur unipolaire. Si, toutes choses égales, la petite plaque est remplacée par une grande, la force de l'excitation s'accroît.

» 16. Un pareil accroissement d'irritation s'observe dans le cas où l'*électrode excitante* de la bobine est *doublée*. La préparation neuro-musculaire est placée entre deux plaques métalliques qui terminent cette électrode (l'irritation toujours unipolaire).

» 17. Les rayons électriques qui sortent de la plaque de l'électrode *excitateur* (unipolaire) ont une direction précise et forment ensemble *le flux rayonné électrique*. Sa forme et sa direction sont certainement déterminées aussi par la proximité du sol et d'autres masses voisines des conducteurs et des diélectriques. Si l'on place la préparation neuro-musculaire à des distances diverses de l'électrode et à diverses hauteurs du sol, nous pouvons examiner jusqu'à un certain point le cours des rayons *physiologiquement actifs*. Dans ce cas, le nerf joue le rôle d'électroscope sensible pour le champ électrique oscillatoire. Apparemment, le flux des rayons électriques ci-dessus mentionné est incliné vers le sol, la plaque de l'électrode étant verticale.

» 18. L'action excitante des rayons électriques dépend de leur quantité. Sous ce rapport, le résultat de l'irritation unipolaire dépend beaucoup du voisinage des masses, conducteurs accessoires (M), près de la préparation neuro-musculaire. En général, leur présence accroît l'excitation (voir première Communication), s'ils ne se trouvent pas sur le parcours des rayons, entre la plaque de l'électrode et le nerf. Cependant, on peut obtenir un résultat contraire (dépression) si l'on relie préalablement la préparation neuro-musculaire par un fil de cuivre avec le sol.

» Une pareille dépression de l'excitation *induite* du nerf s'obtient plus simplement en approchant l'un de l'autre les fils des deux électrodes de la bobine, l'irritation étant toujours unipolaire (*par influence*).

» 19. Si l'on fixe les bouts libres des fils des deux électrodes de la bobine (sans plaques!) symétriquement en face et à une distance de quelques millimètres du nerf, on voit surgir des côtés des deux électrodes de fortes étincelles qui frappent le nerf sans produire aucune excitation visible; le muscle reste immobile. Les contractions n'apparaissent qu'au commencement et disparaissent ensuite. Si l'on détruit plus loin l'arrangement symétrique des électrodes par rapport au nerf, les contractions apparaissent aussitôt.

» De simples expériences de contrôle prouvent bien qu'ici nous avons effectivement affaire à l'interférence, ou mieux la neutralisation d'action de deux électrodes, *positive et négative*. Ce processus physique se produit avant que l'excitation, comme processus physiologique, puisse avoir lieu. Voilà probablement la cause du résultat paradoxal de cette expérience.

» 20. Des phénomènes analogues d'interférence et, comme conséquence, de dépression de l'excitation du nerf s'obtiennent aussi dans le cas où les bouts des deux électrodes de la bobine sont rapprochés l'un de l'autre jusqu'à apparition d'étincelles. Les décharges avec étincelles irritent le nerf *moins fort;* cela se conçoit d'après la description précédente; si l'on emploie la disposition symétrique des bouts des électrodes par rapport au nerf, le muscle ne se contracte pas malgré des étincelles assez fortes et même à une distance rapprochée.

» 21. L'expérience suivante, sur l'excitation induite, présente aussi de l'intérêt au point de vue méthodologique. Aux deux pôles de la bobine (*Ruhmkorff*) sont attachés des fils de cuivre, qui se terminent par une spirale (la troisième bobine en paire); autour de chacune de ces bobines troisièmes se trouve une plus grande bobine, les quatrièmes. Dans ces dernières a lieu l'induction semi-polaire. Dans la sphère de chacune de ces spirales, en particulier, sans approcher leurs bouts, le nerf est excité très fortement; mais, si on le place symétriquement au milieu, entre les sphères de ces bobines additionnelles, on obtient une neutralisation : le muscle ne se contracte pas.

» 22. L'expérience suivante présente une certaine analogie *au choc en retour de la foudre*. Par l'induction unipolaire on produit une charge électrique faible dans la préparation neuro-musculaire, sans que le muscle se contracte; puis on approche la main de cette électrode excitante, et, au moment où l'étincelle paraît, le muscle se contracte.

» 23. Il ne serait peut-être pas inutile de mentionner les cas où l'homme, par l'approche de sa main de l'aiguille aimantée, l'attire ou la repousse ([1]).

» 1° Ce phénomène a lieu dans le cas où cette aiguille aimantée, au même titre que toute autre aiguille en métal quelconque, en papier, en bois etc., est électrisée par induction unipolaire par exemple par l'électrode de la bobine, comme il en est du nerf dans les expériences décrites ci-dessus.

» 2° On peut aussi faire l'inverse. Si, au moyen de la bobine d'une machine électrostatique, ou, plus simplement, en frottant ses vêtements contre son corps ou les pieds sur un morceau de verre mat, on charge son propre corps d'électricité, la même action sur l'aiguille aimantée est obtenue.

([1]) A ce propos, il faut mentionner ici que la main jouit d'une propriété diamagnétique comme les muscles par exemple.

» Les deux pôles de l'aiguille aimantée fonctionnent ici de la même manière : ils sont attirés ou repoussés tous les deux par la main. Les propriétés magnétiques de l'aiguille apparemment n'y jouent aucun rôle. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Le mouvement oscillatoire diurne de l'atmosphère.* Note du P. M. **Dechevrens**, présentée par M. Mascart.

« Les *Comptes rendus* (séance du 10 mai dernier) contiennent une Communication de M. Angot relative à un mouvement oscillatoire de l'atmosphère de l'équateur vers le pôle, le jour, et du pôle vers l'équateur, la nuit, mis en évidence dans les observations anémométriques faites à la tour Eiffel. Je dis d'abord qu'il n'y a aucune nécessité de s'élever si haut et dans de pareilles conditions pour observer le même phénomène; la tour de 50^m de l'observatoire Saint-Louis, à Jersey, m'a donné, en une seule année, la même variation diurne de la direction du vent à l'altitude absolue de 112^m; même à 55^m, au pied de la tour, c'est encore, à peu de chose près, le même phénomène.

» D'autre part, M. Angot n'aurait obtenu de résultats bien nets sur ce point que dans les mois les plus chauds de l'année. A Jersey, île de la Manche, ce serait plutôt en hiver qu'ils seraient le mieux caractérisés, s'il y avait choix à faire entre les deux saisons. Le passage des dépressions, même à une plus courte distance, ne saurait donc gêner la manifestation du phénomène, qui devient ainsi général toute l'année à notre latitude de 48°.

» Qu'il me soit maintenant permis de rappeler que, dès l'année 1877 (*Recherches sur les variations des vents à Zikawei, Chine*) et puis en 1881 et 1886 dans deux Notes *Sur l'inclinaison des vents,* enfin, en 1889, au Congrès météorologique de Paris, j'ai étudié tout particulièrement ces mouvements diurnes de la direction de l'air. Or, à Zikawei (Chine), à la latitude de 31°, la variation de la composante diurne est inverse de ce qu'elle est par ici; là-bas, les courants atmosphériques sont constamment dirigés *vers* le lieu du soleil, de l'ouest à l'est, le matin, du nord au sud au milieu du jour, de l'est à l'ouest le soir, enfin du sud au nord au milieu de la nuit.

» Voici, en effet, les résultats généraux des onze années écoulées, de 1885 à 1895, en ne tenant compte que de la seule direction du vent :

Vents généraux			
d'ouest. Excès le matin sur le soir.	de nord. Excès le jour sur la nuit.	d'est. Excès le soir sur le matin.	de sud. Excès la nuit sur le jour.
173 heures	55 heures	210 heures	55 heures

» En combinant les vitesses et les directions, on arrive à des résultats plus concluants encore. Au Congrès de Paris (*Mémoires*, p. 160), j'ai résumé ainsi nos observations de l'année 1886 :

	Vents de nord.	Vents de sud.	Rapport.
La nuit (de 10^h s. à 2^h m.)......	7276^{km}	9550^{km}	0,76
Le jour (de 10^h m. à 2^h s.)......	13771^{km}	11465^{km}	1,21
Rapport........................	0,53	0,83	»

» Sans connaître encore, par des observations directes, de quelle nature étaient les mouvements de l'air aux latitudes moyennes, j'ai cru pouvoir donner des résultats précédents, observés à la latitude de 31°, l'explication suivante. L'excès de chaleur dans la zone équatoriale crée un excès de pression à la limite septentrionale de cette zone, vers le 30e parallèle, et y détermine l'existence, en hiver surtout, d'une nappe aérienne descendante le jour (prouvée par mes observations de l'inclinaison des vents à Zikawei, en 1886 et 1887) et relativement ascendante la nuit. Cet air descendant se répand de là le long du méridien vers l'équateur, d'un côté, et vers le pôle, de l'autre. En hiver, Zikawei se trouverait un peu au sud du lieu de descente de la nappe pour ces régions de l'Asie orientale et du Pacifique occidental; en été, on y serait engagé dans la masse des courants ascendants du maximum de chaleur déplacé vers le nord. A la latitude relativement élevée, 48°, de Paris et de Jersey, nous serions toute l'année, pendant le jour, sous l'influence des courants chassés du tropique vers le pôle : de là la prédominance, observée à la tour Eiffel et à la tour Saint-Louis, d'une composante diurne de sud du lever au coucher du Soleil. On conçoit aisément que des courants opposés de retour tendent à s'établir la nuit par suite du refroidissement et de la contraction de l'air dans la zone équatoriale. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur la trombe du* 18 *juin* 1897 *à Asnières, et les phénomènes orageux observés le même jour*. Note de M. **Joseph Jaubert**, présentée par M. Mascart.

« La trombe qui, dans l'après-midi du vendredi 18 juin 1897, a sévi sur la banlieue nord et nord-ouest de Paris, a causé de grands ravages, principalement sur les territoires des communes de Colombes, Asnières, Gennevilliers, Saint-Ouen et la plaine Saint-Denis.

» Cette trombe présente beaucoup d'analogie avec celle qui a sévi sur

Paris le 10 septembre dernier; sa trajectoire affecte une ligne presque droite, de l'ouest à l'est, longue de plusieurs kilomètres, mais ne se développant que sur une largeur très faible, à peine une centaine de mètres sur quelques points.

» Le Service météorologique de l'observatoire municipal de Paris possédant à Asnières une station correspondante, et celle-ci s'étant trouvée sur le passage du centre du phénomène, les instruments enregistreurs ont pu en accuser les diverses phases.

» La pression barométrique, qui était à 750^{mm} (altitude : 32^{m}), est descendue brusquement à $740^{mm},5$ pour remonter aussitôt; ce phénomène, qui s'est produit au moment du passage du centre du tourbillon (exactement $4^{h}54$), n'a pas été ressenti très loin, car sur la rive droite de la Seine, c'est-à-dire à une distance d'environ 600^{m}, perpendiculairement au bord extérieur du tourbillon, le barographe du Service de l'assainissement n'a pas enregistré de baisse subite, il a marqué seulement le crochet ordinaire des mouvements orageux.

» Le vent est passé brusquement du sud-sud-ouest à l'ouest-nord-ouest par l'est. La vitesse du vent s'est maintenue presque constante, de 7^{m} à 8^{m} par seconde; toutefois, avant le passage du tourbillon, il y a eu un calme absolu de l'atmosphère (à la surface du sol) pendant 4 à 5 minutes, puis un à-coup brusque du vent a fait sortir de l'appareil enregistreur le stylet inscripteur : la vitesse maximum enregistrée à $4^{h}54$ n'a donc été que de 30^{m} par seconde (l'appareil ne pouvant marquer un effort supérieur), mais il est bien évident que la vitesse réelle a été beaucoup plus considérable.

» Les personnes qui se sont trouvées dans le passage du tourbillon affirment avoir entendu un bruit analogue à celui de plusieurs fourgons d'artillerie, lancés à toute vitesse sur une route mal pavée. Lors de la trombe du 10 septembre 1896 (Paris), nous avons fait remarquer qu'une dépression brusque ressentie pouvait influer suffisamment sur la caisse tympanique pour expliquer la sensation d'un pareil bruit ([1]). Toutefois, au bruit produit par la détente subite de l'air vient s'ajouter celui causé par le choc des nombreux objets que la trombe entraînait avec elle.

» Le nuage tourbillonnaire, d'après des témoins oculaires, était peu élevé; il ressemblait à une lourde colonne de fumée qui montait lentement, la tête en avant, inclinée sous un angle d'environ 65°; le temps du passage

---

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXIII, p. 461.

du phénomène ne paraît pas avoir excédé six à huit secondes, mais l'opacité de l'atmosphère avait été rendue telle qu'il a fallu plusieurs minutes pour dissiper complètement cette sorte de brouillard ou fumée.

» Cette trombe a été précédée et suivie de pluie, avec éclairs et tonnerre. La quantité d'eau recueillie à Asnières, pendant une douzaine de minutes, a été de 5^{mm} à 6^{mm}.

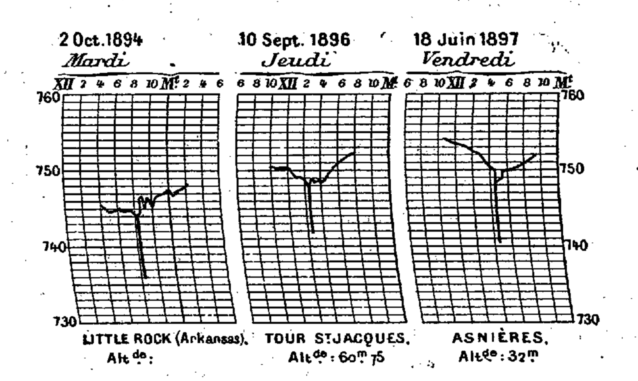
» Cette trombe est rattachée aux manifestations orageuses qui se sont produites pendant cette journée, sur toute la région de Paris.

» Observée de la tour Saint-Jacques, la masse nuageuse, qui venait de l'ouest-sud-ouest, s'est divisée nettement à partir du plateau de Saint-Cyr : une branche s'est dirigée sur la vallée de la Seine et la banlieue nord de Paris, où elle a donné naissance à la trombe d'Asnières, et l'autre branche s'est étalée sur la vallée de la Bièvre et de là s'est dirigée vers la presqu'île Saint-Maur. Sur le passage de cette seconde branche de l'orage il y a eu de très fortes averses dont quelques-unes mêlées de grêle.

» Sur Paris, à certains moments, les nuages s'étaient tellement abaissés qu'à $5^h 2^m$ leur base inférieure n'était qu'à environ 280^m au-dessus du sol.

» Le premier éclair a été observé à $4^h 46^m$ suivi, quinze secondes après, du coup de tonnerre, et les autres à $4^h 52^m$, $4^h 58^m$, 5^h, $5^h 5^m$ et $5^h 7^m$.

» Nous donnons ci-après la courbe barométrique obtenue à Asnières, et que nous avons rapprochée de celle qui avait été enregistrée, le 2 octobre



1894, à Little-Rock (Arkansas) (¹), et de celle enregistrée à la tour Saint-Jacques le 10 septembre 1896. Dans ces trois observations, on verra que l'affaissement instantané de la pression barométrique y est accusé de la même manière. »

(¹) *Annales du Bureau central météorologique*, t. I, p. 152; 1893.

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur la trombe du* 18 *juin* 1897. Note de M. **Léon Teisserenc de Bort**, présentée par M. Mascart.

« La trombe ou tornade qui s'est produite aux environs de Paris, vers le nord, le vendredi 18 juin, a suivi une trajectoire orientée presque exactement de l'ouest à l'est avec quelques inflexions passagères. Ce phénomène, comme celui de Dreux dont j'ai eu l'honneur d'entretenir l'Académie en 1890, était le satellite d'une dépression barométrique passant au nord et accompagnant des phénomènes orageux beaucoup plus étendus que la bande étroite, variant de quelques mètres à 300^m, où la trombe a exercé ses ravages. Les masses orageuses, que nous avons pu observer à Trappes entre $4^h 15^m$ et $4^h 30$, se sont séparées : les unes suivant la vallée de la Bièvre, les autres remontant plus au nord pour traverser la région de Nanterre à Saint-Denis. Le nuage, à $4^h 35^m$, présentait un renflement inférieur assez marqué, mais ce phénomène se voit dans bien d'autres orages sans qu'il y ait production de trombe dans les basses régions. Le tourbillon a laissé sur le sol des traces bien visibles à partir de Chatou. D'après deux témoins oculaires, il avait, vers $4^h 50^m$, l'aspect d'une colonne de fumée tournant sur elle-même et se dirigeant vers l'est.

» A Nanterre, un mur de $0^m,40$ d'épaisseur, de moellon appareillé, a été renversé; à Charlebourg, les maisons ont eu à souffrir sur une largeur de plus de 250^m; les toits ont été endommagés; les mêmes dégâts se poursuivent avec plus ou moins d'intensité à la Garenne; après quoi une accalmie se montre dans les champs situés entre cette ville et celle de Colombes, soit que l'intensité du tourbillon ait diminué, soit que ses effets ne soient pas perceptibles à cause de l'absence d'obstacles, murs, grands arbres, etc., dans cette plaine.

» Les dégâts reprennent ensuite à Colombes et se poursuivent à Asnières, Saint-Ouen, dans la plaine Saint-Denis avec des alternatives d'accalmie; les effets du tourbillon vont en s'atténuant, mais sont encore visibles à Draincy.

» L'heure du passage du phénomène est donnée assez exactement à la Garenne, où la pendule du bureau télégraphique s'est arrêtée à $4^h 55^m$. Les effets dynamiques du vent sont variés et se sont produits dans des directions qui indiquent sûrement un mouvement tourbillonnaire. La plupart des pilastres des murs des jardins, ceux même qui étaient peu élevés, ont

été renversés, ce qui suppose un effort considérable. Plusieurs arbres sont manifestement tordus et en particulier, à Saint-Ouen, en face des docks, un arbre a été tordu de plus d'un tour complet dans le sens inverse des aiguilles d'une montre. Il faut encore mentionner ce fait qu'à la Garenne, au 33 du boulevard de la République, un morceau de bois a été implanté dans le montant de chêne de la porte. Le mouvement de ce singulier projectile a eu lieu vers une façade regardant le nord-est, c'est-à-dire du côté presque opposé à celui par lequel est arrivé le tourbillon en cet endroit.

» J'ai retrouvé sur le passage de ce météore, comme à Dreux, des vitres perforées de trous presque circulaires qui présentent cette particularité curieuse que l'un des bords est à angle vif pendant que l'autre est arrondi et semble avoir subi un commencement de fusion. D'autres excavations, plus ou moins coniques, qui n'atteignent pas 2cm de diamètre, se voient aussi dans des glaces de magasin qui ne sont pas complètement perforées. Les mêmes effets ont été constatés, dans le palais de justice de Dreux, sur des portes vitrées intérieures. Une vitre perforée d'un trou circulaire a pu être recueillie à la Garenne, 44, boulevard de la République, chez M. Duchêne, qui m'a assuré avoir retrouvé la circonférence de verre enlevée, brisée en deux morceaux dans son magasin; la perforation s'est produite pendant qu'il travaillait à deux mètres de la fenêtre et sans qu'aucune manifestation électrique se produisant près de lui ait attiré son attention. »

A 4 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Section de Minéralogie présente, par l'organe de son Doyen, M. *Fouqué*, la liste suivante de candidats à la place devenue vacante, dans cette Section, par suite du décès de M. *Des Cloizeaux* :

En première ligne	M. de Lapparent.
En seconde ligne	M. Barrois.
En troisième ligne, par ordre alphabétique	M. Douvillé. M. Lacroix. M. Munier-Chalmas.

Les titres de ces candidats sont discutés.

L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à 5 heures et demie. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 14 juin 1897.

La Navigation sous-marine, par G.-L. Pesce. Paris, Librairie de Sciences générales, 1897; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

Roues et turbines à vapeur, par K. Sosnowski. Paris, Baudry et Cie, 1897; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Maurice Lévy.)

Actes de la Société linnéenne de Bordeaux. Vol. L. 5e série, t. X. Bordeaux, J. Durand, 1896; 1 vol. in-8°.

Der elektrische Ofen, von Henri Moissan, Berlin, M. Krayn, 1897; 1 vol. in-8°.

Geologie des Calauda, von Chr. Piperoff. Bern, Buchdruckerei Stämpfli et Cie, 1897; 1 broch. in-4°.

Meteorology and the laws of storms, by G. A. de Penning. Calcutta, P. S. D., Rozario and Co, 1897; 1 vol. in-8°.

The collected mathematical Papers of Arthur Cayley. Vol. XII. Cambridge, University press, 1897; 1 vol. in-4°.

Annales de l'Institut météorologique de Roumanie pour l'année 1895, publiées par Stefan C. Hepites. Tome XI. Bucarest, F. Göbl fils, 1896; 1 vol. in-4°. (Offert par l'Institut météorologique de Roumanie.)

Rapporto annuale dell' Osservatorio astronomico-meteorologico di Trieste, per l'anno 1894, redatto da Ed. Mazelle. XIe vol. Trieste, tipografia del Lloyd Austriaco, 1897; 1 vol. in-4°.

Die gesetze der Rotationselemente der Himmelskörper, von Carl August Lilje. Stockholm, central-Tryckeriet, 1897; 1 broch. in-8°.

Ouvrages reçus dans la séance du 21 juin 1897.

Cours élémentaire de Chimie, par M. A. Joannis, Professeur à la Faculté des Sciences de Bordeaux, chargé de cours à la Faculté des Sciences de Paris. Paris, Baudry et Cie, 1897; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Berthelot.)

Sur la génération de la voix et du timbre, par Auguste Guillemin. Paris,

Société d'études scientifiques, 1897; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Violle. Hommage de l'Auteur.)

Annales de l'observatoire de Bordeaux, publiées par G. Rayet, Directeur de l'observatoire. T. VII. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1897; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Lœwy.)

Les températures quaternaires, par Jules Péroche. Paris, Félix Alcan, 1897; 1 broch. in-4°. (Présenté par M. Gaudry.)

Graminées, par T. Husnot. 2e livraison. Cahan, T. Husnot, 1897; 1 fasc. in-4°.

ERRATA.

(Séance du 31 mai 1897.)

Note de M. *O. Callandreau*, Sur la désagrégation des comètes. Rôle de Jupiter à l'égard des comètes à courte période.

Page 1195, ligne 2, *au lieu de* $\sqrt{\frac{M}{\mu}\left(\frac{a}{r'}\right)^3}$, *lisez* $n'\sqrt{\frac{a^3}{\mu}}$.

(Séance du 14 juin 1897.)

Note de M. *Gab. Bertrand*, Sur l'action oxydante des sels manganeux, etc.

Page 1357, ligne 8, *au lieu de*

$$\overset{\text{II}}{\text{R}}\,\text{H}^2 + \text{Mn}\,\text{O}^2 = \overset{\text{II}}{\text{R}}\,\text{Mn} + \text{O},$$

lisez

$$\overset{\text{II}}{\text{R}}\,\text{H}^2 + \text{Mn}\,\text{O}^2 = \overset{\text{II}}{\text{R}}\,\text{Mn} + \text{H}^2\text{O} + \text{O}.$$

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 28 JUIN 1897,

PRÉSIDENCE DE M. A. CHATIN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** annonce à l'Académie la perte douloureuse qu'elle vient de faire dans la personne de M. *Schützenberger*, Membre de la Section de Chimie, et s'exprime en ces termes :

« Mes chers Confrères,

» Une bien triste nouvelle nous est arrivée.

» A la funèbre liste de nos pertes, ouverte cette année par M. d'Abbadie, continuée par M. Des Cloizeaux, il faut ajouter celle de M. Schützenberger, l'un des plus éminents chimistes de notre Compagnie et Confrère des plus aimés.

» Cependant il entrait à peine dans la première vieillesse et sa robuste constitution semblait devoir nous le conserver pour longtemps encore.

» De belles recherches de Chimie minérale, surtout celles de Chimie

organique, qu'il exécuta sur les matières colorantes pendant son professorat à Mulhouse, recherches continuées jusqu'à son dernier jour, l'appelèrent à la chaire de Balard au Collège de France, à la succession de Dumas à l'Académie de Médecine et lui méritèrent le fauteuil de Debray dans notre Académie.

» Fidèle aux habitudes de travail à grandes visées, qu'il avait prises, avec Würtz et Friedel, à l'Université de Strasbourg, il a été frappé au champ d'honneur, venant de quitter son laboratoire où il laisse inachevés d'importants travaux.

» Le cœur toujours calme et le cerveau en incessant labeur, notre Confrère devait périr par l'organe où siège l'activité intellectuelle.

» Fils d'un ancien maire de Strasbourg, Schützenberger ressentit vivement les tristes événements qui ont fait passer, du sein de la mère patrie, au pouvoir d'un État étranger, l'Alsace, la belle et patriotique Alsace où s'étaient écoulées ses jeunes années.

» Schützenberger, éminent Confrère, ami sûr et dévoué, longtemps, bien longtemps encore, nos regards, se portant vers ta place aujourd'hui vide, évoqueront ta grande, douce et souriante figure.

» Puisse le deuil de nos cœurs être un adoucissement à la grande douleur de tes enfants, de ta digne veuve, née comme toi sur la terre bien-aimée d'Alsace. »

La séance est levée en signe de deuil.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'intégration de l'équation* $\Delta u = F(u, x, y)$. Note de M. ÉMILE PICARD.

« Dans mes recherches sur les approximations successives (*Journal de Math.*, 1890), je me suis occupé de l'équation

$$\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} = F(u, x, y).$$

» On voit d'abord de suite que, si $F(u, x, y)$ est une fonction continue de u, x et y pour toute valeur réelle de u, quand le point (x, y) est dans

une certaine région R du plan, et si de plus *cette fonction croît toujours avec u*, il n'y aura qu'une seule intégrale de l'équation, continue dans un contour et prenant des valeurs données sur ce contour. J'ai indiqué comment on pouvait faire la recherche de cette intégrale, dans le cas où la fonction F est toujours positive; en réalité, la même méthode est applicable quand F peut s'annuler. C'est ce que je vais montrer, en profitant des perfectionnements que j'ai apportés récemment dans l'exposition de ces méthodes (*Journal de Math.*, 1896).

» Nous partons de l'équation

$$(1) \qquad \Delta u = F(u, x, y) \qquad \left(\Delta u = \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2}\right).$$

» Nous ne nous arrêtons pas sur le point que le problème peut être résolu par approximations successives si le contour est suffisamment petit, je veux dire quand l'aire enveloppée par le contour est suffisamment petite. La seule question à examiner est comment on pourra étendre de proche en proche le champ d'intégration de manière à avoir un contour quelconque dans la région R. Nous employons à cet effet le procédé alterné, mais dans les conditions indiquées (*loc. cit.*, 1896), c'est-à-dire en passant d'un premier contour à un second contour enveloppant une aire plus grande.

» Toute cette analyse repose sur un lemme analogue à celui que nous avons employé pour les équations linéaires et que nous allons rappeler. En nous bornant aux seules équations de la forme

$$(2) \qquad \Delta u = p(x, y)u \qquad [p(x, y) > 0],$$

considérons une aire limitée par *deux* courbes C et C', et soit une intégrale continue u s'annulant en tous les points de C, et prenant sur C' des valeurs comprises entre $-M$ et $+M$. On peut, étant donné un point A à l'intérieur de l'aire, trouver un nombre q inférieur à l'unité, tel que l'on ait

$$|u_A| < Mq,$$

et il est essentiel de remarquer que l'on peut prendre pour q le nombre correspondant à l'équation de Laplace

$$\Delta u = 0.$$

» Ce lemme s'étend immédiatement à l'équation

$$\Delta u = F(u, x, y)$$

et peut s'énoncer de la manière suivante : Soient u_1 et u_2 deux intégrales de cette équation prenant les mêmes valeurs sur C et telles que $|u_1 - u_2|$ soit compris le long de C′ entre $-$ M et $+$ M; on aura au point A

$$|u_1 - u_2|_A < Mq \qquad (q < 1).$$

» La démonstration est immédiate, car on a :

$$\Delta(u_1 - u_2) = F'_u(U, x, y)(u_1 - u_2),$$

U étant compris entre u_1 et u_2; c'est une équation de la forme (2), puisque F est une fonction croissante, et l'on peut, par suite, se servir du résultat rappelé, ce qui achève la démonstration.

» Pour le cas d'une aire limitée par *un seul* contour C, si l'on considère deux intégrales u_1 et u_2 de l'équation (1), on ne peut introduire un nombre q; si la différence $|u_1 - u_2|$ reste sur C comprise entre $-$ M et $+$ M, on peut seulement écrire pour un point intérieur

$$|u_1 - u_2| < M.$$

» Ces remarques faites, il n'y rien à changer à la méthode que j'ai suivie pour les équations linéaires; on peut, en partant d'un contour assez petit, passer à un contour quelconque en considérant une succession d'aires comprises les unes dans les autres, et le problème proposé est résolu de la manière la plus simple.

» Il est important de remarquer que, sous la forme actuelle, le nombre des variables indépendantes ne joue aucun rôle. Tout ceci s'applique donc aussi à l'intégration de l'équation (¹)

$$\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} = F(u, x, y, z)$$

dans l'espace à trois dimensions (x, y, z), la fonction F étant toujours croissante avec u. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les fonctions uniformes quadruplement périodiques de deux variables*. Note de M. ÉMILE PICARD.

« Dans le dernier numéro des *Comptes rendus*, M. Poincaré est revenu sur le théorème fondamental de la théorie des fonctions uniformes de n

(¹) Le même problème a été traité par M. Le Roy par une autre méthode fort intéressante, que l'on trouvera dans ce même numéro des *Comptes rendus* (p. 1508).

variables, $2n$ fois périodiques, et en a donné une nouvelle démonstration extrêmement intéressante. Dans la démonstration que nous avions donnée autrefois, M. Poincaré et moi, nous considérions des intégrales simples de différentielles totales relatives à une certaine *surface*, et c'est de là que nous tirions les relations nécessaires entre les périodes. La considération des intégrales multiples conduit à envisager cette question sous un nouveau point de vue; c'est ce que je vais montrer succinctement.

» Bornons-nous à $n=2$, et prenons trois fonctions x, y, z quadruplement périodiques de u et v avec le Tableau de périodes

$$\begin{matrix} \omega_1, & \omega_2, & \omega_3, & \omega_4, \\ \omega'_1, & \omega'_2, & \omega'_3, & \omega'_4. \end{matrix}$$

» Nous avons alors la surface algébrique

$$f(x, y, z) = 0,$$

dont le genre géométrique est égal à l'unité; soit son intégrale double de première espèce représentée par

$$\iint \frac{Q(x, y, z)\,dx\,dy}{f'_z}. \tag{1}$$

» D'autre part, le nombre p_2 relatif à la connexion à *deux* dimensions de la surface f est égal à *sept*. L'intégrale double (1) a les $p_2 - 1$, c'est-à-dire les six *périodes*

$$\omega_i\omega'_k - \omega_k\omega'_i \qquad (i, k = 1, 2, 3, 4).$$

» Considérons maintenant sur la surface f le continuum C fermé à deux dimensions (réelles) correspondant à une courbe algébrique arbitraire tracée sur la surface. L'intégrale (1) prise le long de ce continuum sera évidemment nulle; mais il faut nécessairement que le continuum C se ramène à une somme de multiples des six continuums donnant les six périodes de l'intégrale double. On aura donc une relation de la forme

$$\sum_{i,k} m_{ik}(\omega_i\omega'_k - \omega_k\omega'_i) = 0,$$

les m étant des entiers qui ne sont pas tous nuls; c'est précisément la relation que l'on voulait mettre en évidence. »

HYDRODYNAMIQUE. — *Parties tournantes des composantes transversales de la vitesse, dans un écoulement permanent graduellement varié.* Note de M. **J. Boussinesq.**

« I. Formons, en effet ([1]), l'expression approchée (41) de u', en substituant à v, w, λ, μ leurs valeurs respectives (46), (54) et aux dérivées de $\varphi(\eta, \zeta)$ les leurs, résultant, par des formules comme (44), des définitions (42) de η, ζ. Il viendra immédiatement

$$(56)\quad u' = \frac{dU}{dt}\varphi + U\frac{dU}{dx}\varphi^2 + U\varkappa\left(\frac{d\varphi}{d\eta}\frac{d\gamma}{d\eta} + \frac{d\varphi}{d\zeta}\frac{d\gamma}{d\zeta}\right) + U^2\left(\frac{d\varphi}{d\eta}\frac{d\Phi}{d\zeta} - \frac{d\varphi}{d\zeta}\frac{d\Phi}{d\eta}\right).$$

» Or, si l'on multiplie le dernier terme, dépendant de la fonction Φ, par $\varphi^{m-1}\,d\sigma$, et qu'on intègre dans toute l'aire σ ou plutôt dans l'étendue de la section type ayant η, ζ comme coordonnées $y - y_0$, $z - z_0$, l'intégrale obtenue est (à un facteur constant près), même pour une section autre que la section type,

$$\iint\left(\frac{d.\varphi^m}{d\eta}\frac{d\Phi}{d\zeta} - \frac{d.\varphi^m}{d\zeta}\frac{d\Phi}{d\eta}\right)d\eta\, d\zeta = \iint\left[\frac{d}{d\eta}\left(\varphi^m\frac{d\Phi}{d\zeta}\right) - \frac{d}{d\zeta}\left(\varphi^m\frac{d\Phi}{d\eta}\right)\right]d\eta\, d\zeta.$$

» Transformons, à la manière ordinaire, cette intégrale de surface, à parties intégrables une fois, en une intégrale prise le long du contour χ'. L'élément de celle-ci aura évidemment le facteur $\left(\frac{d\Phi}{d\zeta}\cos\beta - \frac{d\Phi}{d\eta}\sin\beta\right)d\chi'$, identique à la différentielle $d\Phi$ prise le long du contour χ' et nulle en vertu de (55).

» Ainsi, la partie de u' qui dépend de la fonction Φ a bien son produit par φ^{m-1} nul en moyenne.

» II. Quant à la partie précédente, où figure γ, la valeur moyenne de son produit par φ^{m-1} s'obtient aisément, en observant que cette valeur moyenne est celle de $-\frac{U\varkappa\varphi^m}{m}\Delta_2\gamma$. En effet, le produit considéré, ajouté à $\frac{U\varkappa\varphi^m}{m}\Delta_2\gamma$, donne, au facteur près $\frac{U\varkappa}{m}$,

$$\frac{d.\varphi^m}{d\eta}\frac{d\gamma}{d\eta} + \frac{d.\varphi^m}{d\zeta}\frac{d\gamma}{d\zeta} + \varphi^m\Delta_2\gamma = \frac{d}{d\eta}\left(\varphi^m\frac{d\gamma}{d\eta}\right) + \frac{d}{d\zeta}\left(\varphi^m\frac{d\gamma}{d\zeta}\right).$$

([1]) *Voir* le précédent *Compte rendu*, p. 1411.

» Or, on voit que cette dernière quantité, multipliée par $d\eta\,d\zeta$ et intégrée dans toute l'étendue de la section type, se convertit en une intégrale de contour, à élément nul en vertu de (48). Elle a donc bien zéro pour valeur moyenne; et, comme il résulte, d'autre part, de (51) et (52), ou de l'annulation de l'ensemble des deux premiers termes de (50), que

$$\varkappa\Delta_2\gamma = \frac{1}{\sigma}\frac{d\sigma}{dt}(\varphi - 1),$$

la valeur moyenne considérée devient celle de

$$(57)\qquad -\frac{\mathrm{U}}{m\sigma}\frac{d\sigma}{dt}(\varphi^{m+1} - \varphi^{m}).$$

» Par suite, l'expression (56) de u' donne immédiatement, en désignant encore par le symbole $\mathfrak{M}$ la valeur moyenne, sur toute l'étendue σ, de la quantité écrite à la suite,

$$(58)\quad \mathfrak{M}(\varphi^{m-1}u') = \frac{d\mathrm{U}}{dt}\mathfrak{M}.\varphi^{m} + \mathrm{U}\frac{d\mathrm{U}}{dx}\mathfrak{M}.\varphi^{m+1} - \frac{\mathrm{U}}{m\sigma}\frac{d\sigma}{dt}(\mathfrak{M}.\varphi^{m+1} - \mathfrak{M}.\varphi^{m}).$$

» Dans les deux cas où $m = 1$ et où $m = 2$, les valeurs moyennes de φ^m et φ^{m+1} sont respectivement celles de φ, φ^2 et φ^3, c'est-à-dire, pour la première, l'unité, et, pour les deux dernières, les quantités que nous avons appelées $1+\eta$, α, mais réduites tout de suite à leurs valeurs de régime uniforme. Et alors les équations (17), (18) régissant le mouvement graduellement varié, dans lesquelles $(u^2)'$ n'est autre que $2uu'$ ou, sauf erreur négligeable, $2\mathrm{U}\varphi u'$, prennent les formes (25), (26) simplifiées, auxquelles nous étions parvenus autrement.

» III. L'importance de Φ se trouvant ainsi très diminuée par le double fait que cette fonction s'annule dans les deux formes les plus intéressantes de section et s'élimine (à une première approximation) des équations définitives du mouvement en I, σ, U, u_0, nous nous contenterons de former l'équation indéfinie en Φ dans l'hypothèse d'un régime permanent, avec axe hydraulique rectiligne, c'est-à-dire avec $y_0 = 0$ et $z_0 = 0$. Alors les accélérations latérales v', w' se réduisent aux produits des petites dérivées de v, w en x par u ou, très sensiblement, par $\mathrm{U}\varphi$. Or les expressions (46) de v, w sont elles-mêmes, vu (54) et la première (52),

$$(59)\qquad v = \mathrm{U}\left(\frac{da}{dx}\varphi\eta + a\frac{d\Phi}{d\zeta}\right),\qquad w = \mathrm{U}\left(\frac{dh}{dx}\varphi\zeta - h\frac{d\Phi}{d\eta}\right).$$

» Sans les termes en Φ, le rapport $\frac{w}{v}$ égalerait $\frac{dh}{da}\frac{\zeta}{\eta}$ ou $\frac{a}{h}\frac{dh}{da}\frac{z}{y}$, c'est-à-dire simplement le rapport même $\frac{z}{y}$ des coordonnées correspondantes dans le cas, que l'on a particulièrement en vue, desections toutes semblables où a et h varient avec x proportionnellement à leurs valeurs. La vitesse transversale résultant de v, w produirait donc un mouvement *centrifuge* ou *centripète* par rapport à l'axe hydraulique ($y = 0$, $z = 0$), mais nullement *rotatoire* autour de celui-ci. Donc la fonction Φ exprime ce qu'on peut appeler le mouvement transversal *tournant* du fluide. Et, en effet, les parties de v, w qui dépendent de Φ, étant entre elles comme $\frac{d\Phi}{dz}$, $-\frac{d\Phi}{dy}$ (à la traversée de sections semblables), représentent des vitesses dirigées suivant les courbes $\Phi = \text{const.}$, qui entourent bien l'axe hydraulique, puisque la plus extérieure d'entre elles, celle qui a l'équation $\Phi = 0$, se confond avec le contour mouillé de la section.

» La différentiation de v, w *par rapport à* x s'effectuera en ne regardant comme variable, dans chaque terme des expressions (59), que son petit facteur; car tout autre facteur que l'on y ferait varier introduirait à sa place une dérivée très petite, dont le produit par le facteur déjà petit du terme serait de l'ordre des quantités que l'on néglige. Si, pour abréger, nous désignons au moyen d'accents les dérivées en x de a, h et Φ, il viendra, après multiplication par $U\varphi$,

$$(60)\qquad v' = U^2\left(a''\varphi^2\eta + a\varphi\frac{d\Phi'}{d\zeta}\right),\qquad w' = U^2\left(h''\varphi^2\zeta - h\varphi\frac{d\Phi'}{d\eta}\right).$$

» L'équation à former, exprimant l'égalité des deux dérivées de v' en z et de w' en y, sera après suppression du facteur U^2,

$$(61)\qquad \frac{h}{a}\frac{d}{d\eta}\left(\varphi\frac{d\Phi'}{d\eta}\right) + \frac{a}{h}\frac{d}{d\zeta}\left(\varphi\frac{d\Phi'}{d\zeta}\right) = \varphi\left(\frac{2h''}{a}\zeta\frac{d\varphi}{d\eta} - \frac{2a''}{h}\eta\frac{d\varphi}{d\zeta}\right).$$

Ce sera l'équation cherchée en Φ', si l'on y substitue à φ son expression résultant de (51). Il faudra d'ailleurs y joindre la condition définie, déduite de (55),

$$(62)\qquad \Phi' = 0 \quad \text{(le long du contour)}.$$

En effet, Φ s'annulant sur toute la surface enveloppe du fluide, l'on a $d\Phi = 0$, le long du chemin que suit toute particule de la couche superficielle, c'est-à-dire quand, à partir d'un point de la surface, x, y, z croissent de $u\,dt$, $v\,dt$, $w\,dt$. Mais les produits par v, w des dérivées en y, z de la petite

quantité Φ sont de l'ordre des termes non linéaires que l'on supprime; et l'équation $d\Phi = 0$ rend ainsi négligeable la dérivée Φ' de Φ en x à la surface limite.

» IV. Les équations (61), (62) déterminent complètement Φ' quand a, h et, par suite, le second membre de (61) sont censés donnés pour toutes les valeurs de x. Car, si l'on remplace Φ' par $\Phi' + \Phi'_1$, il vient, pour déterminer Φ'_1, la condition $\Phi'_1 = 0$ au contour, avec une équation indéfinie ayant son premier membre pareil à celui de (61), mais zéro comme second membre. Or celle-ci, multipliée par $\Phi'_1\, d\eta\, d\zeta$, puis intégrée dans toute la section après qu'on a remplacé

$$\Phi'_1 \frac{d}{d\eta}\left(\varphi \frac{d\Phi'_1}{d\eta}\right), \quad \Phi'_1 \frac{d}{d\zeta}\left(\varphi \frac{d\Phi'_1}{d\zeta}\right) \quad \text{par} \quad \frac{d}{d\eta}\left(\Phi'_1 . \varphi \frac{d\Phi'_1}{d\eta}\right) - \varphi\left(\frac{d\Phi'_1}{d\eta}\right)^2, \quad \ldots,$$

donne deux termes, intégrables une fois, que réduit à zéro l'annulation de Φ'_1 sur le contour, avec deux autres termes, à somme dès lors nulle,

$$(63) \qquad -\iint \left[\frac{h}{a}\left(\frac{d\Phi'_1}{d\eta}\right)^2 + \frac{a}{h}\left(\frac{d\Phi'_1}{d\zeta}\right)^2\right] \varphi\, d\eta\, d\zeta = 0.$$

Comme on a évidemment $\varphi > 0$ partout, celle-ci, (63), oblige d'annuler les deux dérivées en η et ζ de la fonction Φ'_1, dès lors nulle elle-même à l'intérieur non moins que sur le contour.

» Quand l'intégration du système (61), (62) aura fait connaître Φ', il viendra $\Phi = \int \Phi'\, dx$, valeur déterminée, à une fonction arbitraire près de η, ζ. Or, celle-ci se déterminera elle-même par la condition que Φ s'annule aux endroits où a, h, et, par suite, σ, U deviennent constants : car le régime qu'on étudie est supposé devenir uniforme dès que σ, U ne varient plus; et v, w, Φ même, d'après (59) et (55), se réduisent alors à zéro.

» V. Les sections où Φ et par suite Φ' s'annuleront dans l'état permanent seront, d'après (61), celles où l'on aura

$$(64) \qquad \frac{1}{aa''\eta}\frac{d\varphi}{d\eta} - \frac{1}{hh''\zeta}\frac{d\varphi}{d\zeta} = 0.$$

» L'intégration, immédiate, de cette équation aux dérivées partielles en η, ζ, montre que φ est alors, dans chaque section en particulier, fonction de η, ζ par l'intermédiaire de la variable unique $aa''\eta^2 + hh''\zeta^2$. Supposons d'abord que cette fonction ne se réduise pas à une constante, c'est-à-dire, d'après (51), que le coefficient de frottement extérieur B_0 ne soit pas infiniment petit. Alors les courbes $\varphi = \text{const.}$, d'égale vitesse dans le régime uniforme, devront donc être des coniques semblables et semblablement

placées, à centre commun situé sur l'axe hydraulique ($\eta = 0, \zeta = 0$) du courant, ellipses ou hyperboles suivant que les deux dérivées secondes de a et h en x auront ou n'auront pas même signe.

» On ne connaît, pour les écoulements tourbillonnants étudiés ici, que les deux cas de sections circulaires (ou demi-circulaires) et de sections rectangulaires larges, où les courbes d'égale vitesse dans le régime uniforme soient ainsi des coniques; et même, dans le second cas où φ ne dépend effectivement que de ζ ou de ζ^2, la variable de φ exigée par (64), qu'on peut supposer être $\zeta^2 + \frac{aa''}{hh''}\eta^2$, ne se réduit à ζ^2 que si le produit aa'' égale une fraction négligeable de hh'', c'est-à-dire seulement dans l'hypothèse d'une largeur $2a$ très sensiblement constante. Ainsi, dans un canal à largeur très grande, mais variable, les expressions (59) de v, w ne se réduisent pas à leurs premiers termes, simples, comme on aurait pu l'espérer ([1]).

» Mais il reste le cas extrême de parois assez *polies* pour qu'on puisse écrire approximativement $\varphi = 1$, c'est-à-dire supposer tous les filets fluides à peu près également rapides; cas où l'équation (61), ayant son second membre négligeable, admet pour solution $\Phi' = 0$ et, par suite, $\Phi = 0$. Donc, alors, pour toute forme de section, v, w dépendent linéairement, d'après (59), des coordonnées transversales η, ζ. C'est ce que nous verrons bientôt plus complètement ([2]).

» VI. Bornons-nous maintenant à la supposition de sections σ toutes semblables, pour laquelle seule, sauf le cas particulier ci-dessus de rec-

---

([1]) Toutefois, si les courbures des filets fluides, ou les accélérations latérales v', w', devenaient assez petites pour que leur influence s'abaissât à l'ordre de petitesse des termes non linéaires négligés dans notre analyse, tous les résultats basés sur nos équations (1) et surtout (61) seraient évidemment illusoires, la vraie équation en Φ devenant beaucoup plus compliquée.

([2]) Dans le cas opposé de parois assez rugueuses (ou d'une valeur de B_0 assez grande) pour annuler u et φ à la paroi comme dans les mouvements bien continus, l'équation (61), développée en effectuant les différentiations indiquées à son premier membre, ne laisse subsister aux parois que les deux termes où figurent les dérivées premières de φ en η, ζ, multipliées par celles de Φ'. L'annulation d'une de ces dernières entraîne donc celle de l'autre; et la condition $\Phi' = 0$, $d\Phi' = 0$, le long du contour, y donne en tous sens $d\Phi' = 0$, puis $\Phi = 0$, au sein de la couche mouillant la paroi. Autrement dit, et vu les formules (59), les deux conditions *distinctes* $v = 0$, $w = 0$ se trouvent d'elles-mêmes vérifiées dans cette couche, comme il le fallait bien physiquement.

tangles larges, a été établie la formule (51) de $\varphi - 1$. Alors, afin d'embrasser aussi ce cas particulier dans lequel a représente la demi-largeur, évitons de poser $a = h$, et admettons seulement que a soit le produit du rayon moyen h par une constante. Le second membre de (61) deviendra plus symétrique en y faisant, comme on le peut évidemment,

$$\frac{2a''}{h} = \frac{2a''}{a}\frac{a}{h} = \left(\frac{a''}{a} + \frac{h''}{h}\right)\frac{a}{h}, \qquad \frac{2h''}{a} = \left(\frac{a''}{a} + \frac{h''}{h}\right)\frac{h}{a}.$$

» Portons en même temps dans (61) l'expression de φ fournie par (51) et posons enfin

$$(65) \qquad \Phi' = \frac{k\sqrt{B_0}}{1 + k\sqrt{B_0}\,\mathfrak{M}\,F_1}\left(\frac{a''}{a} + \frac{h''}{h}\right)\Gamma.$$

» L'équation indéfinie (61) deviendra, en Γ,

$$(66) \quad \frac{h}{a}\frac{d}{d\eta}\left[\left(\frac{1}{k\sqrt{B_0}} + F_1\right)\frac{d\Gamma}{d\eta}\right] + \frac{a}{h}\frac{d}{d\zeta}\left[\left(\frac{1}{k\sqrt{B_0}} + F_1\right)\frac{d\Gamma}{d\zeta}\right] = \left(\frac{1}{k\sqrt{B_0}} + F_1\right)\left(\frac{h}{a}\zeta\frac{dF_1}{d\eta} - \frac{a}{h}\eta\frac{dF_1}{d\zeta}\right),$$

relation où a, h n'entrent que par leurs rapports, indépendants de x; de sorte que x n'y figure pas plus que dans la condition spéciale au contour, devenue $\Gamma = 0$. La nouvelle fonction Γ dépend donc uniquement de η, ζ, du paramètre $k\sqrt{B_0}$ et de la forme de la section. C'est ce que nous spécifierons, en écrivant $\Gamma(\eta, \zeta, k\sqrt{B_0})$ au lieu de Γ.

» Enfin l'équation (65), multipliée par dx et intégrée, donnera pour Φ la même formule que pour Φ', avec simple remplacement de a'', h'' par a', h'; car, dans la différentiation de celle-ci par rapport à x, la mise en compte de la variation des dénominateurs a, h n'introduirait que des termes non linéaires et négligeables. Il n'y aura pas, d'ailleurs, à ajouter une fonction arbitraire de η, ζ, puisque Φ doit tendre vers zéro aux endroits où y tendraient les dérivées a', h'. Et si nous observons que $\frac{a'}{a} + \frac{h'}{h} = \frac{1}{\sigma}\frac{d\sigma}{dx}$, nous aurons la valeur définitive cherchée

$$(67) \qquad \Phi = \frac{k\sqrt{B_0}}{1 + k\sqrt{B_0}\,\mathfrak{M}\,F_1}\,\frac{1}{\sigma}\frac{d\sigma}{dx}\,\Gamma(\eta, \zeta, k\sqrt{B_0}). \text{ »}$$

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Membre dans la Section de Minéralogie, pour remplir la place laissée vacante par le décès de M. *Des Cloizeaux*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 56,

M. de Lapparent	obtient.	48	suffrages,
M. Barrois	»	5	»
M. Munier-Chalmas	»	2	»
M. Lacroix	»	1	»

M. **de Lapparent**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu. Sa nomination sera soumise à l'approbation du Président de la République.

Sur la demande de la Commission du prix de Statistique de la fondation Montyon, M. **Brouardel** est prié de s'adjoindre à cette Commission.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

MÉDECINE. — *Sur le Psoriasis; ses rapports avec la syphilis.* Note de M. **F. Bouffé**, présentée par M. Guyon.

(Commissaires : MM. Bouchard, Guyon, Potain.)

« J'ai l'honneur de communiquer à l'Académie les résultats de mes recherches sur le psoriasis dans ses rapports avec la syphilis.

» Déjà, dans des Communications antérieures aux Congrès de Caen, de Lyon, de Bordeaux (1894 et 1895), j'ai établi l'origine nerveuse du psoriasis, et, sur des photographies prises avant le traitement, pendant celui-ci et après la guérison, j'ai démontré l'efficacité de la méthode que j'ai instituée, en m'attaquant directement au système nerveux, que j'envigorai

par la voie des injections intra-musculaires d'*orchitine* (liquide testiculaire) à doses progressivement croissantes de 10^{cc} à 20^{cc} *pro die*, les seules vraiment efficaces et capables de vaincre le psoriasis.

» Le grand nombre de malades que j'ai pu suivre pendant ces dernières années et qui ont été guéris par ma méthode (74,75 pour 100), c'est-à-dire sans avoir présenté de récidive depuis deux, trois et quatre ans qu'ils sont guéris, alors qu'auparavant ils ne passaient guère six mois sans présenter une poussée, et que d'autres étaient depuis des années, trois, six, huit, dix, vingt ans et plus (trente-huit dans un cas) couverts de psoriasis quand ils me sont venus, m'autorisent à considérer l'orchitine comme le remède de choix dans les affections cutanées d'ordre nerveux, et comme le plus puissant modificateur connu, à l'heure actuelle, contre certaines infections microbiennes telles que la *lèpre*, où elle donne les résultats les plus encourageants, en relevant l'état de la nutrition nerveuse et en s'opposant, par suite, à la pullulation du bacille de Hansen, ce qui permet d'obtenir la guérison d'une maladie réputée incurable jusqu'ici (voir ma Note à l'Académie des Sciences, 13 juillet 1896).

» Ces faits de première importance rappelés, je désire, dans cette Note, soumettre à l'Académie quelques particularités observées sur certains malades, au cours du psoriasis.

» C'est ainsi que la syphilis et le psoriasis peuvent coexister chez le même sujet ; mais le psoriasis masquera presque constamment la syphilis, la comprimera en créant une sorte d'*état latent* de la syphilis, dont l'évolution sera retardée jusqu'à la disparition du psoriasis.

» La syphilis éclate alors, affectant une forme sévère, grave parfois, à allures rapides, comme je l'ai constaté dans deux cas, les sujets ayant tendance à tout rapporter au psoriasis et niant, de bonne foi, une syphilis pour laquelle ils ont consulté des spécialistes, et qui n'a pas été diagnostiquée telle, comme je l'ai observé dans deux circonstances.

» L'un de ces deux sujets était syphilitique depuis douze ans. Fort du diagnostic posé, vu qu'il n'avait pas la syphilis, il ne s'inquiéta pas d'accidents tertiaires, tels que le rupia, dont ses jambes étaient affectées, après la disparition de son psoriasis, et ce n'est qu'en présence d'une perforation du voile du palais que la syphilis fut reconnue par le médecin précédemment consulté.

» L'erreur étant possible, il m'a paru nécessaire d'appeler l'attention sur cette modalité du psoriasis compliqué de syphilis.

» Existe-t-il des signes objectifs qui permettent de diagnostiquer à la-

quelle des deux affections l'on a affaire? On a cherché à rattacher à la syphilis les formes circinées et la couleur *jambon* de l'éruption cutanée. Sans nier la valeur de ces symptômes qui est réelle, nous croyons bien plus à l'importance du siège des lésions cutanées qu'on rencontre dans la syphilis, de préférence à la face, à la tête, au cou, quelquefois sur la poitrine, sous les clavicules; d'autres fois sur les membres inférieurs, où l'on observe du rupia, notamment aux extrémités palmaires ou plantaires; à l'absence de symétrie de l'éruption, plus particulière à la syphilis dans laquelle le teint est bistré; à la dépression des forces, tous caractères qui n'existent pas dans le psoriasis.

» Il existe un autre *caractère différentiel* important révélé par l'*étude du sang*, lequel laisse voir, sous le microscope dans la *syphilis*, des spores et une leucocytose, alors qu'on rencontre dans le psoriasis des *cellules éosinophiles*, dont le nombre est augmenté au point d'être parfois *quadruplé*, comme je l'ai signalé dans ma première Communication (Caen, 1894).

» On rencontre également, dans une certaine forme de psoriasis que j'ai appelée *lymphatique*, de la leucocytose; mais cette forme se reconnaît à un ensemble de symptômes tels que le tempérament lymphatico-nerveux, la longue durée des accidents qui récidivent sans cesse, et enfin la résistance qu'elle oppose pendant un certain temps, même à l'orchitine appliquée à hautes doses; 30^{gr} *pro die*, en une circonstance, injectés régulièrement, ne m'ont donné de résultats qu'après six mois; et dans un autre cas, *onze mois* d'injections ayant été nécessaires pour vaincre le psoriasis.

» Enfin, lorsque, au cours du traitement d'un psoriasis, on voit, après la diminution marquée de l'éruption cutanée, c'est-à-dire l'atténuation du psoriasis, survenir une période où, malgré l'augmentation des doses, la maladie reste stationnaire d'abord; puis procéder par légères poussées qui augmentent graduellement ensuite (le siège des lésions affectant de préférence les surfaces indemnes jusque-là : face, cou, jambes, etc.) on doit soupçonner la syphilis, et instituer un traitement énergique *ad hoc*, non par l'iodure qui est insuffisant, mais avec le mercure, les accidents se succédant parfois avec une rapidité qu'il faut combattre d'autant plus vite que la situation est grave et que le malade souvent désespéré est sur le point, comme je l'ai constaté, d'abandonner tout traitement.

» *Conclusions*. — 1° Le psoriasis est justifiable, dans tous les cas, de l'orchitine.

» 2° La durée des injections d'orchitine sera, *en moyenne*, de trois mois environ.

» 3° Dans le cas de psoriasis compliqué de syphilis on devra toujours commencer par l'orchitine, le psoriasis non guéri comprimant la syphilis et la masquant.

» 4° Il y a intérêt à débarrasser l'organisme du psoriasis, afin de traiter la syphilis.

» 5° Les injections intra-musculaires de sels mercuriques, suivies de l'administration de l'iodure de potassium, à la dose de 3^{gr} à 6^{gr}, et 9^{gr} dans les cas graves, donnent, après une cure par l'orchitine, les meilleurs résultats.

» 6° Les malades ainsi traités (orchitine, puis injections mercuriques et ensuite préparations iodurées), guérissent constamment.

» 7° Nous n'avons pas constaté de récidive chez les malades guéris, c'est-à-dire chez ceux qui avaient suivi un traitement d'une durée suffisante. »

M. **Charles Chardin** adresse une Note relative à un traitement, par l'ozone, du cancer et de plusieurs maladies infectieuses.

(Commissaires : MM. Chauveau, Potain.)

M. **Bourcoud** adresse diverses observations « Sur les causes de la différence du timbre dans les cordes harmoniques ».

(Commissaires : MM. Cornu, Mascart.)

CORRESPONDANCE.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Observations du Soleil, faites à l'observatoire de Lyon (équatorial Brunner), pendant le premier trimestre de* 1897. Note de M. **J. Guillaume**, présentée par M. Mascart.

« Ces observations sont résumées dans les Tableaux suivants, dont l'explication a été donnée p. 449 du tome CXXIV des *Comptes rendus*.

» Il y a eu 45 jours d'observation pendant ce trimestre.

Tableau I. — *Taches.*

Dates extrêmes d'observ.	Nombre d'observations.	Pass. au mér. central.	Latitudes moyennes S.	Latitudes moyennes N.	Surfaces moyennes réduites.
		Janvier 1897.			0,00
4- 9	3	4,2	−13		113
4- 5	2	6,3	− 7		45
4-13	5	8,7	−10		105
		9,3	− 7		1704
		10,0	− 9		430
11	1	10,9		+ 6	7
13-20	2	19,5	−19		255
13-20	2	19,8	− 7		61
20	1	20,5		+ 9	55
20	1	22,5	−12		7
28	1	22,9	−18		2
28-29	2	29,0		+18	16
28- 4	3	30,9		+ 7	230
	11 j.		−14°,8	+10°,0	
		Février 1897.			0,00
4- 6	2	1,5		+13	382
29- 6	3	2,6	− 2		118
6	1	3,2	−10		34
29	1	4,2	−12		11
4- 9	3	5,4	− 4		668
9-19	6	15,6		+ 8	290
19	1	16,8		+ 5	3
17-19	3	19,5		+16	1
		Février 1897 (suite)			0,00
17	1	20,9	− 7		2
22-5	11	28,3		+12	394
	15 j.		− 7°,0	+10°,8	
		Mars 1897.			0,00
23- 6	11	1,1	− 1		147
24- 6	9	1,8	− 5		94
27- 9	9	4,3		+ 2	103
26- 9	10	4,[illegible]	− 8		228
5- 6	2	5,6	−13		8
9-12	3	7,8		+ 5	44
8	1	8,7	− 3		8
11	1	10,4	−27		1
9-16	4	11,3		+ 3	9
16-17	2	11,9	− 4		15
8-17	6	14,7		+ 5	278
17	1	18,2		+11	3
22	1	23,1	−12		2
25	1	25,4	−42		2
23-27	4	27,8		+13	21
22-30	8	27,9	− 2		67
	19 j.		−11°,7	+ 6°,5	

Tableau II. — *Distribution des taches en latitude.*

1897.	Sud 90°–40°	Sud 40°–30°	Sud 30°–20°	Sud 20°–10°	Sud 10°–0°	Sud Somme.	Nord Somme.	Nord 0°–10°	Nord 10°–20°	Nord 20°–30°	Nord 30°–40°	Nord 40°–90°	Totaux mensuels.	Surfaces moyennes réduites.
Janvier.....	»	»	»	4	3	7	4	3	1	»	»	»	11	3030
Février....	»	»	»	1	4	5	5	2	3	»	»	»	10	1903
Mars.......	1	»	1	2	6	10	6	4	2	»	»	»	16	1030
Totaux..	1	»	1	7	13	22	15	9	6	»	»	»	37	5963

Tableau III. — *Distribution des facules en latitude.*

1897.	Sud 90°–40°	Sud 40°–30°	Sud 30°–20°	Sud 20°–10°	Sud 10°–0°	Sud Somme.	Nord Somme.	Nord 0°–10°	Nord 10°–20°	Nord 20°–30°	Nord 30°–40°	Nord 40°–90°	Totaux mensuels.	Surfaces moyennes réduites.
Janvier......	»	»	»	5	5	10	4	1	2	1	»	»	14	17,5
Février.....	»	1	4	4	6	15	8	4	2	»	2	»	23	17,9
Mars........	»	1	2	3	9	15	12	8	2	2	»	»	27	27,9
Totaux...	»	2	6	12	20	40	24	13	6	3	2	»	64	63,3

» *Taches.* — Le nombre de groupes est moindre que celui du précédent trimestre, 37 au lieu de 57, mais la surface totale a plus que doublé : on a, en effet, 5963 millionièmes au lieu de 2890. Cette augmentation anormale est due au grand groupe austral de janvier, qui figure à lui seul pour plus de 2200 millionièmes. La tache principale de ce groupe, qui se voyait très bien à l'œil nu, a traversé le méridien central du disque solaire le 9,3 à la latitude de -7°.

» On remarque que l'hémisphère austral continue à montrer plus de taches que l'autre hémisphère et qu'en aucun des jours d'observation le Soleil n'a été vu sans taches (¹).

» *Facules.* — Des lacunes dues au mauvais temps ont encore fait manquer l'observation de quelques groupes, et les résultats de ce trimestre sont peu différents de ceux du précédent ; on a, effectivement, 64 groupes et une surface totale de 63,3 millièmes au lieu de 68 groupes avec 63,9 millièmes.

» Le nombre des groupes de facules entre les deux hémisphères est toujours, comme celui des taches, plus élevé au sud qu'au nord de l'équateur.

GÉOMÉTRIE. — *Sur les lignes geodésiques des surfaces à courbures opposées.* Note de M. **Hadamard**, présentée par M. E. Picard.

« Dans un travail récent (²), j'avais énoncé un résultat relatif aux géodésiques des surfaces à courbures opposées ayant la forme générale de l'hyperboloïde à une nappe.

» Une étude plus approfondie de la question m'a permis d'établir une discussion complète des lignes géodésiques sur toute surface à courbures opposées, sans singularité à distance finie. Les résultats dépendent, d'ailleurs, essentiellement du nombre des nappes infinies ou, plus exactement, de l'ordre de connexion de la surface au point de vue de l'*analysis situs* (les nappes infinies étant considérées comme autant de bords).

(¹) *Errata.* — Ajouter un groupe $\lambda 6{,}1\ \beta + 23^\circ$ surface 2 au Tableau I de janvier 1896. (*Comptes rendus*, t. CXXII.)

Supprimer le groupe $\lambda 15{,}3\ \beta - 28^\circ$ surface 90 au Tableau I d'avril 1896. (*Comptes rendus*, t. CXXIII.)

(²) Mémoire couronné par l'Académie (prix Bordin de 1896).

» Il existe, en effet, des surfaces jouissant des propriétés que nous venons d'indiquer et possédant un nombre quelconque de nappes infinies. Si ce nombre est égal à un ou à deux (en supposant que l'ordre de connexion de la surface ait la même valeur), la distribution des géodésiques est la même que sur le paraboloïde hyperbolique ou l'hyperboloïde à une nappe. Mais il en est tout autrement quand l'ordre de connexion est supérieur à deux, la surface admettant alors *une infinité de types de contours fermés irréductibles* les uns aux autres par déformation continue. On arrive alors à des conséquences extrêmement curieuses que nous allons résumer, en supposant toutefois que les nappes à l'infini sont évasées, c'est-à-dire présentent la forme générale d'une nappe d'hyperboloïde (et non, par exemple, d'un cylindre).

» La méthode repose sur l'impossibilité de mener entre deux points deux géodésiques réductibles l'une à l'autre et, d'un point à une géodésique, deux géodésiques normales réductibles l'une à l'autre.

» Ce point acquis, on constate qu'à chaque type de contours fermés correspond une géodésique fermée (la plus courte ligne du type) et *une seule*, de sorte que les géodésiques fermées forment une infinité dénombrable.

» Une seconde catégorie de géodésiques est formée de lignes asymptotes aux géodésiques fermées.

» Une troisième catégorie comprend les lignes qui s'éloignent à l'infini, ce qu'elles font d'ailleurs régulièrement, c'est-à-dire sans alternative de retour à distance finie ([1]).

» Il existe des géodésiques qui ne rentrent dans aucune des catégories précédentes : les lignes qui appartiennent à cette quatrième espèce s'approchent d'une géodésique fermée L_1, avec apparence asymptotique, puis s'en éloignent à nouveau pour faire de même avec une autre géodésique fermée plus compliquée L_2, et ainsi de suite indéfiniment.

» Avec cette quatrième catégorie, la classification est complète : elle comprend toutes les géodésiques possibles.

» Si maintenant nous envisageons les géodésiques qui partent d'un point déterminé O de la surface, nous constaterons que les tangentes à celles qui s'en vont à l'infini forment une infinité d'angles, tous extérieurs les uns aux autres et, bien entendu, de plus en plus petits.

([1]) Pour expliquer plus clairement notre locution, la fonction $y = kx$ est dite, dans cette manière de s'exprimer, augmenter indéfiniment *régulièrement* avec x, par opposition avec la fonction $y = kx \sin x$ ou autres analogues.

» Cette disposition fait prévoir la conclusion, assez extraordinaire, à laquelle nous arrivons : *les tangentes aux géodésiques issues du point* O *et qui restent à distance finie forment un ensemble parfait qui n'est nulle part continu.*

» En particulier, dans le voisinage immédiat de toute géodésique, il existe des géodésiques qui s'éloignent indéfiniment.

» On peut même ajouter que, dans le voisinage immédiat de toute géodésique qui reste à distance finie, il existe des géodésiques qui s'éloignent indéfiniment sur telle nappe que l'on veut et, plus généralement, des géodésiques affectant l'une quelconque des formes générales précédemment énumérées.

» En un mot, dans le cas d'une géodésique qui reste à distance finie, la plus légère modification apportée aux conditions initiales suffit à provoquer, à volonté, tous les changements possibles dans l'allure finale de la courbe. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'énumération des groupes primitifs dont le degré est inférieur à* 17. Note de M. **J.-A. Miller**, présentée par M. Jordan.

« La détermination des groupes transitifs de degré n présente un grand intérêt, car cette question n'est autre que la suivante : Trouver tous les types des équations irréductibles de degré n. Cauchy et Mathieu ont fait l'énumération des ordres possibles de ces groupes quand $n < 9$ (1). Quelques années plus tard, Kirleman a publié une énumération de ces groupes pour tous les degrés moindres que 11 (2). Récemment, Cayley et autres ont donné l'énumération de tous ces groupes quand $n < 13$ (3).

» Beaucoup des difficultés qui se trouvent dans l'étude des groupes transitifs résident dans les groupes primitifs. Par exemple, si un groupe simple est représenté par le moins de lettres possibles, il est primitif. L'énumération de ces groupes est donc d'un intérêt spécial. MM. Jordan et Mathieu ont fait de telles énumérations. La méthode pour trouver ces groupes pour un degré donné est très laborieuse. J'ai examiné récemment

(1) *Comptes rendus*, t. XXI, p. 1363, et t. XLVI, p. 1048.
(2) *Proceedings of the Manchester Society*, t. III, p. 133.
(3) *Quarterly Journal of Mathematics*, t. XXV et suiv.

tous les groupes possibles primitifs dont le degré ne surpasse pas 16 et j'ai trouvé quelques groupes qui ne se trouvent pas dans les énumérations qui sont publiées.

» Dans ce qui suit je prouverai l'existence des groupes primitifs des degrés 13, 14, 15, 16 (¹), ceux des degrés moindres ayant été publiés comme j'ai dit au-dessus. La méthode que j'ai employée pour prouver qu'il n'y a aucun autre groupe primitif de ces degrés que ceux qui sont donnés au-dessous est trop longue pour être donnée ici.

» Puisque 12 a 6 facteurs différents, il y a 6 groupes primitifs de degré 13 qui contiennent un sous-groupe invariant d'ordre 13. Le seul autre groupe primitif de ce degré, qui ne contient pas le groupe alterné, est celui qui correspond à toutes les permutations des sous-groupes d'ordre 3 dans tous les isomorphismes à lui-même du groupe abélien d'ordre 27, qui contient 13 sous-groupes d'ordre 3. Ce groupe est évidemment deux fois transitif et d'ordre $2^4 . 3^3 . 13$.

» Pour le degré 14, il y a seulement 2 groupes primitifs qui ne contiennent pas le groupe alterné; savoir : ceux dont les ordres sont $p(p^2-1)$ et $\frac{p(p^2-1)}{2}$, dont Mathieu a prouvé l'existence pour chaque degré de la forme $p+1$, p étant un nombre premier quelconque.

» Puisque les groupes

$$(+abcdef)_{24}, \quad (abcdef)_{48}, \quad (abcdefg)_{168}, \quad (abcdefgh)_{1344}$$

sont sous-groupes maxima qui ne contiennent pas un sous-groupe invariant autre que 1 dans les groupes

$$(abcdef)\,\text{pos.}, \quad (abcdef)\,\text{all.}, \quad (abcdefg)\,\text{pos.}, \quad (abcdefgh)\,\text{pos.},$$

il y a 4 groupes primitifs de degré 15 qui sont isomorphes, sans mériédrie des 4 derniers groupes.

» Les 2 autres groupes primitifs de ce degré contiennent le groupe alterné.

» Tout groupe primitif de degré 16, qui ne contient pas le groupe alterné, contient le groupe abélien (H) d'ordre 16 qui a 15 sous-groupes d'ordre 2, comme sous-groupe invariant. Le groupe des isomorphismes (²) (G) de H est évidemment deux fois transitif et d'ordre 15, 14,

(¹) Voir Jordan, *Comptes rendus*, t. LXXV, p. 1757.

(²) Holder, *Mathematische Annalen*, t XLIII, p. 314.

12, 8 = 8! : 2. Donc G est isomorphe sans mériédrie du groupe alterné de degré 8 (K).

» A chaque sous-groupe de G ou K correspond un sous-groupe transitif de degré 16 qui contient H comme sous-groupe invariant. Le sous-groupe, qui contient toutes les substitutions de ce groupe transitif, qui ne contiennent pas une lettre donnée, est isomorphe sans mériédrie au sous-groupe correspondant dans G. Je me borne aux groupes primitifs. A un sous-groupe d'ordre 5 de G correspond un groupe d'ordre 80. Il est primitif, parce qu'il n'est pas isomorphe sans mériédrie à un groupe transitif de degré 8 et il ne contient aucun sous-groupe invariant, autre que H et I. Donc à tous les sous-groupes de K dont les ordres sont divisibles par 5, correspondent des groupes primitifs de degré 16.

» Le Tableau suivant donne tous ces sous-groupes de K :

$(abcde)$ cyc., $(abcde)_{10}$, $(abcde)$ cyc. (fgh) cyc., $[(abcde)_{20}(fg)]$ pos.,
$(abcde)_{10}(fgh)$ cyc., $(abcde)$ pos., $(abcdef)_{60}$,
$[(abcde)_{20}(fgh)$ all.$]$ pos., $[(abcde)$ all. $(fg)]$ pos.,
$[(abcdef)_{120}(gh)]$ pos., $(abcde)$ pos. (fgh) cyc., $(abcdef)$ pos.,
$[(abcde)$ all. (fgh) all.$]$ pos., $[(abcdef)$ all. (gh) pos., $(abcdefg)$ pos.,
$(abcdefgh)$ pos.

» Puisque tous les sous-groupes de K, qui sont semblables à un de ces groupes, sont conjugués, il n'y a pas plus de 16 groupes primitifs de degré 16 dont les ordres sont divisibles par 5 et qui contiennent H comme sous-groupe invariant. Il est facile de voir que tous ces 16 groupes primitifs sont distincts.

» En effet, les deux groupes d'ordre 960 qui correspondent à $(abcde)$ pos. et $(abcdef)_{60}$ dans k ne contiennent aucun sous-groupe invariant autre que H et 1. Ils ne sont pas isomorphes sans mériédrie parce que les substitutions d'ordre 3 dans l'un permutent 15 substitutions de H et ceux dans l'autre ne permutent que 12. Le troisième groupe de cet ordre contient plus de 2 sous-groupes invariants. On peut voir de la même manière que les deux groupes d'ordre 1920 et les deux autres d'ordre 5760 sont distincts.

» Puisque les groupes

$(aebfcg)(abc)$ cyc. (efg) cyc., $(albfcg)[(abc)$ all. (efg) all.$]$ pos.,
$(afbecg)[(abc)$ all. (efg) all.$]$ pos., $(albfcg)(abc)$ all. (efg) all.

sont des sous-groupes maxima qui ne contiennent aucun sous-groupe in-

variant autre que 1 des groupes

$(aebfcg)(abcd)\text{pos.}(efgh)\text{pos.}$, $(aebfcg)[(abcd)\text{all.}(efgh)\text{all.}]\text{pos.}$,
$(afbecg)[(abcd)\text{all.}(efgh)\text{all.}]\text{pos.}$, $(aebfcg)(abcd)\text{all.}(efgh)\text{all.}$,

il y a 4 groupes primitifs de degré 16, qui sont isomorphes sans mériédrie aux 4 derniers groupes. Ces groupes contiennent évidemment H comme sous-groupe invariant. Donc il y a 22 groupes primitifs de degré 16. Le Tableau suivant donne le nombre de groupes primitifs dont le degré est inférieur à 17 ([1]).

Degré......	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Nombre....	2	2	5	4	7	7	11	9	8	6	9	4	6	22 »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la détermination des intégrales de certaines équations aux dérivées partielles non linéaires par leurs valeurs sur une surface fermée.* Note de M. **E. Le Roy**, présentée par M. E. Picard.

« Soit ξ une constante positive. Soit $f(U, x, y, z)$ une fonction croissante avec U et nulle pour $U = 0$. Considérons l'équation

$$(1)\qquad \Delta U = \xi f(U, x, y, z) + \varphi(x, y, z),$$

et cherchons-en une intégrale continue qui s'annule sur une surface fermée S limitant un domaine T.

» Appelons G la fonction de Green relative au domaine T et au point (x, y, z). Désignons par (x', y', z') les coordonnées du centre de gravité d'un élément $d\tau$ de T et posons

$$|\varphi| < \alpha, \qquad \frac{1}{4\pi}\int_{(T)} G\, d\tau < g.$$

Supposons que l'inégalité $|U| < 2g\alpha$ entraîne les inégalités $|f| < L$ et $\left|\frac{\partial f}{\partial U}\right| < \beta$. Enfin, prenons $\xi L < \alpha$.

» La méthode des approximations successives de M. Picard est applicable. Si U_i désigne une des fonctions intermédiaires qu'elle amène à considérer, on a

$$|U_i| < 2g\alpha.$$

([1]) Voir aussi Jordan, *Comptes rendus*, t. LXXV, p. 1757.

Soit τ_i la différence $U_i - U_{i-1}$. La formule des accroissements finis donne, u_i étant une quantité comprise entre U_i et U_{i-1} :

$$\Delta\tau_i = \xi\,\tau_{i-1}\,\frac{\partial f}{\partial U}(u_{i-1}, x, y, z).$$

La convergence des approximations successives est donc assurée, si

$$\xi L < \alpha, \qquad \xi g \beta < 1,$$

et notre problème est ainsi résolu pour les petites valeurs de ξ.

» Cela posé, envisageons une intégrale U de l'équation (1) s'annulant sur S. Désignons par u une quantité comprise entre o et U.

» On a

$$\Delta U = \xi U \frac{\partial f}{\partial U}(u, x, y, z) + \varphi.$$

» La constante ξ et la dérivée $\frac{\partial f}{\partial U}$ étant positives, on conclut de là que $|U|$ est inférieur à $g\alpha$.

» Prenons alors

$$\xi = \xi_0 + \eta,$$

et faisons les approximations

$$\Delta U_i = \xi_0 f(U_i, x, y, z) + \eta f(U_{i-1}, x, y, z) + \varphi,$$

ξ_0 étant tel que l'on ait à la fois

$$\xi_0 > 0, \qquad \xi_0 L < \alpha, \qquad \xi_0 g \beta < 1.$$

» Ces approximations sont convergentes si

$$\eta L < \alpha, \qquad \eta g \beta < 1.$$

» Notre problème est ainsi résolu pour

$$\xi L < 2\alpha, \qquad \xi g \beta < 2,$$

et l'on peut continuer de la sorte indéfiniment.

» L'intégration de l'équation

$$\Delta U = F(U, x, y, z),$$

où F croît avec U, est ainsi effectuée par une véritable méthode de prolongement analytique.

» J'ajoute que ces résultats s'étendent facilement à des équations d'un type plus général. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Sur les déformations permanentes des métaux*. Note de M. **G.-A. Faurie**, présentée par M. Sebert.

« Les formules qui font connaître à chaque instant : 1° l'écrouissage

$$(1)\qquad F - R = \alpha\chi \frac{l}{L + \alpha l};$$

» 2° la charge

$$(2)\qquad \Phi = R\frac{L}{L+l} + \alpha\chi \frac{lL}{(L+l)(L+\alpha l)},$$

formules que j'ai antérieurement établiés, en construisant par points, par l'expérience, les courbes qu'elles représentent, peuvent être démontrées par des considérations *a priori*.

» Il est pour cela indispensable d'étudier le mode d'action de la force aux différents points de l'éprouvette d'essai. La comparaison suivante simplifie cette étude et facilite la mise en équation du problème.

» Considérons une chaîne métallique composée d'un certain nombre, m, d'anneaux et supposons que chaque anneau soit fabriqué en un métal particulier. Soient A, B, C, ..., Z les métaux constituants. Cette chaîne composite, après recuit, est soumise à un effort de traction. Chaque métal ayant une malléabilité spéciale, la chaîne ne se déformera pas évidemment tout d'une pièce, mais par anneau et par ordre inverse de malléabilité croissante des divers anneaux. Au fur et à mesure que pour un même accroissement de charge l'allongement sera plus grand, la vitesse de l'allongement augmentera; mais il s'effectuera toujours dans l'ordre indiqué A, B, C, ..., Z. Considérons maintenant une autre chaîne composée non plus de m anneaux, chacun en un métal spécial, mais de $m + n$ anneaux dont n en chaque métal. Supposons d'abord que les n anneaux du même métal soient juxtaposés comme si nous avions m chaînons de n anneaux montés bout à bout. Comme nous l'avons fait pour la première, soumettons cette deuxième chaîne à la traction après recuit. Chacun des m chaînons constituants ayant une malléabilité spéciale, la chaîne composite ne se déformera pas évidemment tout d'une pièce, mais chaînon par chaînon et suivant l'ordre inverse des malléabilités croissantes des métaux employés A, B, C, ..., Z. Si maintenant nous supposons que les divers anneaux de chaque chaînon, au lieu d'être juxtaposés, sont mélangés de telle sorte que

deux anneaux voisins soient toujours de métaux différents, placés dans l'ordre inverse de malléabilité, nous obtiendrons ainsi une nouvelle chaîne composite constituée par n chaînons semblables à la première chaîne que nous avons considérée. Comme nous l'avons fait pour les précédentes, soumettons encore après recuit à la traction cette dernière chaîne. Pourvu que n ne soit pas trop grand, les n anneaux en métal A se déformeront les premiers, les n anneaux en métal B se déformeront ensuite et de même pour les autres; en sorte que tout se passera comme si la déformation permanente formait une onde mobile se déplaçant dans chaque chaînon de l'anneau le plus malléable à l'anneau le plus élastique, et comme si la chaîne entière était parcourue par n ondes simultanées et semblables. Ceci posé, passons à la recherche de l'expression mathématique de l'écrouissage.

» Désignons par F la charge par millimètre carré de la section actuelle moyenne (s) qui produit (par α actions en α points) sur la longueur L de l'éprouvette l'allongement permanent l; désignons par R la charge par millimètre carré de la section primitive S pour laquelle commencent les déformations permanentes; désignons par χ une constante pour chaque métal représentant la perte de charge due au frottement moléculaire par unité de volume déformé; désignons enfin par σ la section minima correspondant à la déformation sur une longueur $\frac{L}{\alpha}$.

» Le travail, dû à l'accroissement de charge occasionné par l'écrouissage, sera $(F - R)\frac{s}{\sigma}l$, par millimètre carré de la section la plus contractée; et cet accroissement de travail devra être égal à la perte d'énergie ou au travail du frottement dans le volume déformé, rapportée à la section primitive qui a pour expression $\chi\frac{S-s}{S}l$ pour une seule région de longueur $\frac{L}{\alpha}$, et $\alpha\chi\frac{S-s}{S}l$ pour les α régions de longueur L; en sorte que l'on devra avoir

$$\frac{Fs - Rs}{\sigma}l = \alpha\chi\frac{S-s}{S}l. \tag{3}$$

La région de l'éprouvette qui se déforme est constituée par α parties correspondant aux α instants d'action de la force F; elle prend un allongement permanent l dont chaque élément est produit en l'une des parties par la réaction élastique de toute la région considérée sur cette partie. L'éprouvette contenant α régions, par suite $(\alpha - 1)$ centres d'action, et la section uniforme moyenne en chaque partie étant s, l'accroissement de

volume dû à la traction seule sera ls en un centre et, pour les $(\alpha - 1)$ centres $(\alpha - 1)ls$. La section minima étant σ, la diminution de volume due à la contraction seule est dans une région de déformation permanente $\left(\frac{L}{\alpha} + l\right)(s - \sigma)$ et, dans les α régions, $\alpha\left(\frac{L}{\alpha} + l\right)(s - \sigma)$. La densité ne changeant pas, l'accroissement de volume dû à la traction doit être égal à la diminution de volume due à la contraction; par suite, on doit avoir l'équation

$$(4) \qquad (\alpha - 1)ls = (L + \alpha l)(s - \sigma).$$

En éliminant σ entre les équations (3) et (4) et observant que

$$(L + l)s = LS,$$

on obtient l'équation (1)

$$F - R = \alpha\chi \frac{l}{L + \alpha l},$$

d'où l'on déduit la charge comme nous l'avons déjà indiqué,

$$\frac{Fs}{S} = \Phi = R\frac{L}{L+l} + \alpha\chi\frac{L}{L+\alpha l}. \text{ »}$$

ACOUSTIQUE. — *Influence de l'intensité sur la hauteur du son*. Note de M. **André Broca**, présentée par M. A. Cornu.

« On distingue dans le son trois qualités : la hauteur, l'intensité et le timbre. La première, d'après les idées classiques, dépend uniquement de la période du mouvement vibratoire qui impressionne l'oreille; la seconde dépend de l'amplitude de ce mouvement vibratoire; la troisième dépend de certains attributs de sa forme.

» De même, en Optique, nous distinguons la teinte, l'intensité et le degré de saturation d'une impression lumineuse. On sait depuis longtemps (voir *Optique physiologique* de Helmholtz, p. 315) que, si la couleur est due essentiellement à la période du mouvement lumineux, l'intensité joue cependant un rôle pour sa production. Quand l'intensité devient assez grande, toutes les couleurs tendent vers le blanc ou vers le jaune blanc. Si, au contraire, l'intensité devient assez faible, les expériences bien connues de Charpentier montrent qu'il en est de même, toutes les radiations visibles commençant par donner une sensation de gris avant de donner la notion de couleur.

» Je vais montrer qu'une loi analogue existe pour le son. On peut énoncer ainsi le phénomène : *Quand l'intensité du son décroît, le son monte, quoique la période vibratoire reste la même.*

» Une première expérience grossière permet d'affirmer le fait. Il suffit d'écouter une montre, d'abord en l'approchant près de l'oreille, puis en l'éloignant à la limite où l'on va cesser de percevoir son bruit. La notion de hauteur d'un bruit de cette nature est assez difficile à définir, mais l'expérience classique des bouts de bois, donnant l'accord parfait, montre cependant qu'on peut au moins comparer les hauteurs de deux bruits de même espèce. Dans ce cas, avec ma montre, je trouve que le son monte d'une tierce fausse, comprise entre la tierce mineure et la tierce majeure, quand je l'éloigne de mon oreille. D'ailleurs on obtient, dans les positions intermédiaires de la montre, tous les sons compris dans cet intervalle. Des observateurs, à l'oreille exercée, ont bien voulu répéter cette expérience ainsi que les suivantes, et ils ont trouvé des résultats tout à fait analogues. Un seul trouve, pour l'abaissement, un intervalle voisin de la seconde. Cette expérience est d'ailleurs délicate, et une certaine habitude est nécessaire pour apprécier cet intervalle mal défini.

» Mais une objection était immédiatement évidente. Dans la position de la montre très voisine de l'oreille, celle-ci limite, avec le conduit auditif externe, un résonateur qui peut choisir dans le son complexe émis par la montre un son particulier pour le renforcer. Dans la position éloignée de l'oreille, le résonateur est changé, le son renforcé pourrait l'être de même. Mais il suffit d'employer une règle plate appliquée contre l'oreille pour limiter le résonateur. On applique alors la montre sur la règle, d'abord à hauteur de l'oreille, puis à l'extrémité, et l'on retrouve le même phénomène.

» C'est cette première observation, toute fortuite, qui m'a engagé à entreprendre une étude méthodique du phénomène avec la série de diapasons construite par Kœnig pour les expériences d'acoustique.

» J'ai opéré d'abord avec le diapason ut_4 monté sur son résonateur. Un porte-voix utilisé comme cornet acoustique me permettait, en le dirigeant du côté du diapason, d'avoir un son intense; en le dirigeant à angle droit, d'avoir un son très faible. Dans ces conditions, le diapason vibrant de toute sa force, le son me semble monter de moins d'un quart de ton quand il s'affaiblit. Quand la vibration initiale s'amortit, c'est-à-dire quand le son maximum devient moins intense, l'intervalle apparent devient plus petit.

» Dans cette expérience, les ondes sonores n'atteignent pas l'orifice du cornet sous le même angle dans les deux cas. Elle est donc sujette à discussion. J'ai alors pris les deux diapasons ut_4 destinés à la résonance à distance, et je les ai placés sur deux tables éloignées. Me plaçant alors beaucoup plus près de l'un que de l'autre, j'ai dirigé successivement le cornet vers chacun des deux diapasons. Le plus faible m'a toujours semblé nettement plus haut que le plus fort. Enfin, pour éliminer l'hypothèse peu probable, mais qui pourrait être faite, d'une modification du son par la distance à laquelle il se propage, j'ai excité les deux diapasons en modérant le plus rapproché de manière que ce fût lui qui donnât le son le moins intense dans le cornet. J'ai toujours entendu, quand la différence d'intensité était suffisante, une élévation notable du son le plus faible.

» Ces expériences peuvent être répétées avec de nombreuses variantes. On peut dévisser le diapason de son résonateur, le frapper et répéter avec lui les expériences faites sur la montre. Quand on le place dans une position convenable, tout près de l'oreille, on entend un son intense. Quand on l'éloigne, le son monte en s'affaiblissant.

» On peut aussi laisser le diapason sur son résonateur, et boucher ou ouvrir l'orifice de celui-ci avec une planchette. Dans le second cas, on n'entend que le son très faible dû au diapason seul. Quand le résonateur est bouché, le son semble plus haut. On pourrait croire que ceci est dû à un accord médiocre du résonateur avec le diapason, la résonance se faisant alors par synchronisation. Mais il suffit, le résonateur étant bouché, d'approcher l'oreille près du diapason, de manière qu'il donne une sensation intense, pour entendre exactement le même son que quand on débouche l'orifice du résonateur. L'intensité seule du son peut donc être mise en jeu pour expliquer les différences de hauteur perçues.

» L'évaluation de l'élévation apparente du son par affaiblissement est très délicate. Au premier abord, il semble que la différence est d'autant plus grande que le son est plus bas. En faisant l'expérience avec le sonomètre et cherchant le rapport des longueurs de corde qui donnent un accord satisfaisant pour le son fort et le son faible, j'ai trouvé que l'élévation apparente était toujours de $\frac{1}{5}$ de ton pour ut_2, ut_3, ut_4 et ut_5.

» Ces résultats permettent d'expliquer certaines habitudes des musiciens. Souvent les premiers violons montent un peu leur accord. Cela leur permet alors de jouer plus fort, tout en conservant une justesse apparente et les notes qu'ils émettent provoquant cependant dans leur instrument les résonances parfaites qui donnent au son de l'ampleur. »

PHYSIQUE. — *Recherches sur les aciers au nickel. Propriétés magnétiques et déformations permanentes.* Note de M. **Ch.-Éd. Guillaume**, présentée par M. A. Cornu.

« *Propriétés magnétiques.* — La connaissance des variations qu'éprouve la susceptibilité magnétique des aciers au nickel, sur lesquelles M. John Hopkinson a, le premier, rendu attentif, peut aider à comprendre les autres anomalies auxquelles ces alliages sont soumis.

» C'est ce qui m'a engagé à en entreprendre l'étude sommaire. Il s'agissait seulement de reconnaître l'allure du phénomène, c'est-à-dire de déterminer une fonction variant dans le même sens que la susceptibilité magnétique, et non pas de marquer avec précision la variation de cette dernière propriété.

» Je me suis servi, dans cette recherche, d'une méthode d'arrachement. L'échantillon à étudier [1], amené à la forme d'un barreau de 22^{mm} à 25^{mm} au côté, et de 8^{cm} à 10^{cm} de longueur, était supendu à une balance en bois et plongeait dans une chaudière en laiton pleine d'huile, placée sur une des pièces polaires d'un électro-aimant. Le barreau était distant de 2^{mm} environ de la pièce polaire, dont il était séparé par le fond de la chaudière et par une mince feuille de carton d'amiante. On déterminait alors la force d'arrachement pour diverses températures ascendantes ou descendantes.

» On reconnaît sans peine que les aciers au nickel se divisent en deux classes, les uns étant irréversibles, les autres réversibles. La première catégorie comprend les alliages contenant de 0 à 25 pour 100 de nickel environ (peut-être jusqu'à Fe^3Ni), tandis que les alliages à teneur plus élevée appartiennent à l'autre classe. Toutefois, les alliages dont la teneur est peu supérieure à 25 pour 100 présentent des propriétés irréversibles à un très faible degré.

» Les alliages irréversibles qui, à un de leurs états, sont très fortement magnétiques, perdent leur susceptibilité graduellement entre le rouge sombre et le rouge cerise, et la reprennent graduellement aussi à une température d'autant plus basse qu'ils contiennent plus de nickel. Pour les alliages voisins de 25 pour 100, cette température est inférieure à 0°.

» Dans cette transformation, toutes les propriétés des alliages changent

(1) Alliages préparés dans les aciéries d'Imphy de la Société de Commentry-Fourchambault et contenant environ $\frac{5}{1000}$ de carbone.

d'une quantité importante, comme l'ont déjà fait remarquer M. Hopkinson et MM. H. et A. Le Châtelier. Je reviendrai sur ces changements à une autre occasion.

» Les alliages de la deuxième catégorie perdent leur magnétisme graduellement lorsqu'on les chauffe, et le reprennent dans la même mesure lorsqu'on les ramène aux premières températures. A température ascendante, la force d'arrachement, d'abord sensiblement constante, commence à diminuer à partir d'un point A assez bien marqué, puis tombe rapidement jusqu'à un point B après lequel le métal est faiblement magnétique. Les points A et B qui constituent deux coudes de la courbe d'arrachement en fonction de la température sont séparés par un intervalle de 50° environ.

» La région de transformation s'élève en même temps que la teneur en nickel. Pour des teneurs très peu supérieures à 25 pour 100, l'alliage n'est magnétique qu'à des températures inférieures à 0°. A 40 pour 100 de nickel, le métal n'est plus magnétique à partir de 320° environ. Entre 27 et 40 pour 100, la température du point B est donnée, à quelques degrés près, par la formule

$$T = 34,1(n - 26,7) - 0,80(n - 26,7)^2,$$

où n représente la teneur en nickel exprimée en centièmes.

» *Changements permanents.* — J'ai déjà indiqué, dans une précédente Note, que les alliages de la première catégorie se contractent par le recuit; ceux de la deuxième, au contraire, éprouvent des variations dont tous les caractères rappellent les changements bien connus du zéro des thermomètres. On y retrouve la variation lente activée par une élévation de la température, l'état définitif à chaque température atteint d'autant plus rapidement que la température est plus élevée, enfin la dépression ou le relèvement à température variable.

» Comme pour le verre, ces changements sont plus rapides à température ascendante qu'à température descendante. Mais on peut, dans le cas actuel, préciser encore un des facteurs de la variation. Celle-ci est d'autant plus grande et d'autant plus rapide que l'on est plus près de la région de la transformation magnétique.

» Par exemple, l'alliage de 30 à 31 pour 100 de nickel, dont la transformation est complète entre 120° et 130°, s'allonge, par un recuit complet à 100°, de 80 μ à 90 μ par mètre; ramené à la température ambiante, il s'allonge encore de 2 μ à 3 μ dans la première journée qui suit le recuit; au bout de deux mois il a atteint une longueur de 25 μ

environ, supérieure à celle qu'il avait immédiatement après le recuit à 100°. Chauffées de nouveau à 100°, les barres de 1m se raccourcissent au début de 2μ environ par minute et atteignent, après deux heures de chauffe, une longueur invariable.

» Pour les alliages les moins dilatables contenant environ 36 pour 100 de nickel, le recuit complet à 100° produit un allongement de 25μ à 30μ par mètre; les barres s'allongent encore de 12μ à 60°, de 6μ à 40° et dans les trois mois qui suivent elles ne varient plus à la température ordinaire que de 2μ à 3μ. Elles semblent alors définitivement fixées. La teneur en carbone n'a pas d'influence bien évidente sur ces variations. Pour des teneurs voisines de 45 pour 100, le recuit à 100° est presque sans action.

» Les lois de ces variations nous montrent que les aciers au nickel les moins dilatables ne devront, pour le moment, être employés dans les instruments de mesure qu'après avoir subi un recuit d'une centaine d'heures à 100°, et des recuits successifs et plus prolongés à des températures plus basses, pour finir par un repos de deux ou trois mois à la température ordinaire. L'état définitif une fois atteint, les instruments ne devront pas être ramenés à des températures élevées.

» Ces variations sont du même ordre de grandeur que celles qu'éprouve le verre; pour les alliages les moins dilatables, elles sont tout à fait comparables à celles du meilleur verre dur employé pour les thermomètres. Or la connaissance parfaite des lois de ces changements dans le verre a permis de se garantir absolument des erreurs qu'ils entraînaient autrefois dans la mesure des températures. On peut donc espérer qu'il en sera de même dans l'emploi des nouveaux alliages, à la condition de faire usage d'un mode opératoire rationnel.

» Ces changements peuvent nous donner une idée approximative des causes de l'anomalie de dilatation que présentent ces alliages. Cette anomalie est due probablement à la superposition de deux phénomènes. L'un d'eux produit la dilatation normale, l'autre provoque au contraire une augmentation de volume au refroidissement. Cette augmentation, qui commence, comme je l'ai reconnu, pendant le passage de l'état non magnétique à l'état magnétique, se poursuit aux températures plus basses, mais ne suit pas instantanément et en totalité la marche de la température. La plus grande partie de la variation se produit en même temps que le refroidissement, mais une petite partie ne suit que lentement. Les relations indiquées plus haut nous montrent qu'un alliage est d'autant plus stable qu'il est plus éloigné de sa température de transformation. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les sulfoantimonites d'argent.* Note de M. **Pouget**, présentée par M. Troost.

« Les dissolutions de sulfure d'antimoine dans le sulfure de potassium contiennent des composés définis.

» Ces dissolutions donnent, avec les sels des métaux lourds, des précipités qui ont été signalés depuis longtemps, mais sur la nature desquels on n'avait aucune donnée précise.

» Je me suis proposé d'en faire l'étude : je vais exposer les résultats fournis par l'action de l'azotate d'argent sur le sulfoantimonite normal SbS^3K^3.

» Les résultats dépendent de la concentration du sulfoantimonite, des proportions des corps réagissants et aussi de la température.

» Si l'on verse du nitrate d'argent dans une dissolution étendue de sulfoantimonite normal ($\frac{1}{10}$ de molécule par litre), il se forme un abondant précipité noir, amorphe, qui reste noir. Si le sulfoantimonite de potassium est en excès, le précipité noir ainsi obtenu, lavé et séché, a pour composition SbS^3Ag^3 : c'est du sulfoantimonite triargentique.

» Avec les dissolutions concentrées de sulfoantimonite, les résultats sont plus complexes ; si l'on ajoute une petite quantité de nitrate d'argent, il se forme tout d'abord un précipité noir qui se transforme spontanément en un précipité jaune et cristallin. Ce précipité, lavé à l'eau froide, essoré et séché, a pour composition SbS^3Ag^2K.

» L'addition d'azotate d'argent a provoqué immédiatement la formation de sulfoantimonite triargentique noir qui a été transformé par la solution surnageante de sulfoantimonite en sel double jaune. Cette transformation ne s'effectue que si la concentration de ce sel de potassium est suffisante.

» Si, en effet, l'on continue à ajouter du nitrate d'argent, il arrive un moment où le précipité noir formé reste noir : c'est qu'alors la quantité de sulfoantimonite de potassium qui reste dans la liqueur est insuffisante.

» J'ai déterminé la valeur de cette concentration qui limite la réaction en partant de solutions de concentrations différentes et connues, et cherchant les quantités d'azotate d'argent nécessaires pour que la transformation ne se produise plus.

» Cette valeur est de $0^{mol},29$ par litre à la température ambiante. De sorte

qu'une dissolution plus étendue ne donnera jamais de sel double, elle pourra donner seulement le sulfoantimonite triargentique SbS^3Ag^3.

» Le sel jaune SbS^3Ag^2K peut encore prendre naissance par l'action d'un excès de sulfoantimonite sur le sulfure d'argent.

» Il est immédiatement décomposé par les sulfures alcalins qui laissent comme résidu le sulfure d'argent.

» L'eau le décompose aussi, lentement à froid, beaucoup plus rapidement à l'ébullition; cette décomposition a lieu d'après l'équation

$$3SbS^3Ag^2K = SbS^3K^3 + 2SbS^3Ag^3,$$

le sulfoantimonite de potassium se dissout, le sulfoantimonite triargentique se précipite : c'est un corps rougeâtre, cristallisé, chatoyant, l'analyse lui assigne la formule SbS^3Ag^3.

» Si l'on fait la précipitation à chaud, le précipité obtenu est généralement rougeâtre, il contient SbS^3Ag^2K et SbS^3Ag^3 provenant de sa décomposition.

» Enfin, quelle que soit la dissolution à laquelle on s'adresse : qu'elle soit concentrée ou étendue, qu'on opère à chaud ou à froid, si l'on ajoute une quantité d'azotate d'argent suffisante pour qu'il y en ait un excès dans la dissolution, le précipité obtenu est toujours noir, ce n'est pas un composé défini : il contient toujours une proportion de sulfure d'argent plus grande que celle qui correspond à la formule SbS^3Ag^3. Il ne contient pas, d'ailleurs, de potassium.

» Il en est de même si l'on traite l'un quelconque des précipités précédents par un excès de nitrate d'argent.

» En outre, on remarque, dans tous ces derniers cas, que la dissolution qui surnage le précipité contient de l'antimoine précipitable par l'hydrogène sulfuré.

» Tout se passe donc comme s'il se produisait entre le nitrate d'argent et le sulfoantimonite déjà précipité une double décomposition.

» Cette double décomposition se produit, d'ailleurs, avec le sulfure d'antimoine : du sulfure précipité traité par l'azotate d'argent noircit immédiatement; au bout de peu de temps, la dissolution ne contient plus que de l'antimoine, et le précipité est constitué par un mélange de sulfure d'argent et de sulfure d'antimoine.

» En résumé, l'action de l'azotate d'argent sur le sulfoantimonite normal SbS^3K^3 donne, selon les conditions de l'opération, deux corps bien définis SbS^3Ag^2K, SbS^3Ag^3, ce dernier pouvant se présenter soit à l'état

amorphe, soit à l'état cristallin. Dans les conditions où je me suis placé, je n'ai pu obtenir le sel SbS^3AgK^2 (1). »

CHIMIE MINÉRALE. — *Du rôle du manganèse dans certaines oxydations.* Note de M. ACH. LIVACHE.

« A l'occasion d'une Note présentée à l'Académie des Sciences par M. Villiers le 14 juin 1897, je demande la permission de rappeler que j'ai précédemment montré (*Comptes rendus*, 3 décembre 1883) que, si l'on considère certaines substances susceptibles de s'oxyder facilement, telles que les huiles siccatives, l'introduction du manganèse produit cette oxydation dans un temps beaucoup plus court que lorsqu'on introduit d'autres métaux. L'oxydation complète de l'huile de lin, par exemple, est obtenue en six heures, lorsque cette huile contient des traces de manganèse, tandis qu'elle exige vingt-quatre heures avec le plomb, trente à trente-six heures avec le cuivre, le zinc, le cobalt, et plus de quarante-huit heures avec le nickel, le fer, le chrome, etc.

» Depuis, en étudiant plus complètement les conditions qui permettent d'activer l'oxydation des huiles siccatives, j'ai précisé le rôle que joue le manganèse et donné l'interprétation suivante : l'oxyde de manganèse a servi d'intermédiaire en s'oxydant facilement au contact de l'oxygène de l'air, et en cédant ensuite cet oxygène à l'huile. L'action avec l'oxyde de plomb est très probablement semblable, mais avec une énergie moindre. On se trouve là en présence d'un fait analogue à ceux que M. Berthelot définissait dans les termes suivants : « On voit, par ces observations, » comme les énergies latentes et susceptibles en principe de produire des » phénomènes exothermiques, mais qui ne les produisent pas en fait dans » des circonstances données, peuvent être rendues manifestes *par l'inter-* » *vention de certains agents, opérant seulement comme échelons intermédiaires* » *et capables de développer des réactions indéfinies;* c'est là, comme je l'ai » montré en 1865, toute la théorie thermochimique des *actions de pré-* « *sence* » (*Comptes rendus*, t. CIX, p. 546; 1889). Dans une huile lithargirée ou manganésée, le plomb ou le manganèse jouent le rôle d'intermédiaires, prenant à l'air son oxygène pour le céder, d'une manière continue, à l'huile qui s'oxyde ainsi plus rapidement qu'elle ne le ferait sans ces intermédiaires (*Vernis et huiles siccatives*, p. 181; 1896).

(1) Travail fait au laboratoire de Chimie de la Faculté des Sciences de Rennes.

» C'est très probablement une réaction identique qui se produit avec les oxydases et, comme l'a indiqué M. Gab. Bertrand (*Comptes rendus*, t. CXXIV, p. 1355), le manganèse serait le véritable élément actif de l'oxydation, « celui qui fonctionne à la fois comme activeur et comme convoyeur de l'oxygène ».

CHIMIE MINÉRALE. — *La couleur de la phosphorescence du sulfure de strontium*. Note de M. **José Rodriguez Mourelo**.

« Une des plus curieuses propriétés du sulfure de strontium et certainement la plus constante est la couleur vert bleu de sa phosphorescence, couleur qui ne varie qu'en intensité et qui s'obtient par n'importe quel procédé. J'ai pu, dans les nombreuses expériences que j'ai faites, modifier presque toujours à volonté l'intensité de la phosphorescence. Il m'a été possible d'établir une relation entre le procédé employé pour l'obtention du sulfure, la structure du corps obtenu et le degré de phosphorescence. Jamais je n'ai pu changer la couleur de la phosphorescence et cela est d'autant plus frappant que le sulfure de calcium (même alors qu'il est préparé par le même procédé) présente une phosphorescence variée suivant que l'on a, pour peu que ce soit, modifié les conditions d'obtention.

» C'est le sulfure de strontium le plus compliqué dans sa composition, préparé suivant la plus compliquée des méthodes exposées, qui présente la plus grande intensité de phosphorescence : cette préparation, on s'en souvient, se composait de carbonate de strontium, carbonate de sodium, chlorure de sodium et sous-nitrate de bismuth. La phosphorescence ainsi obtenue n'est pas seulement la plus lumineuse, c'est aussi la plus franchement verte.

» Le moins phosphorescent de nos sulfures de strontium est celui qui a été obtenu par la réduction du sulfate par le noir de fumée, et sa couleur est d'un blanc vert plus ou moins bleuâtre.

» Le sulfure de strontium obtenu par la réaction de l'acide sulfhydrique sur la strontiane donne une phosphorescence vert bleu.

» Le sulfure produit par l'action du soufre sur la strontiane, chauffée au rouge, présente une phosphorescence plus nettement verte que la précédente.

» La moins bleue des phosphorescences énumérées ici est celle que l'on obtient en appliquant le procédé de Verneuil.

» La température seule, encore qu'elle soit influente, n'est pas la cause exclusive de l'intensité non plus que de la couleur de la phosphorescence ; pour le démontrer, j'ai entrepris une série d'expériences qui me paraissent décisives.

» Ce n'est qu'après une exposition de cinq ou six heures à une haute température que l'on obtient la réduction complète du sulfate de strontium par le charbon très divisé; pour rendre phosphorescent le sulfure ainsi obtenu, il est nécessaire de le chauffer encore durant cinq heures au rouge vif. Eh bien, j'ai souvent essayé d'augmenter l'intensité de la phosphorescence ou d'en varier la couleur en chauffant nouvellement hors du contact de l'air, et jamais je n'ai pu y arriver.

» Le sulfure résultant de l'action de l'acide sulfhydrique sur la strontiane a été préparé en trois heures, chauffant au rouge cerise, et sa phosphorescence verte s'est produite au bout du même temps. Après une exposition de cinq ou six heures, dans un four chauffé au rouge, et à l'abri de l'air, je ne pus observer d'altération de phosphorescence ni de couleur.

» Quand je travaillais avec le sulfure de strontium préparé au moyen du soufre et de la strontiane, il était indifférent d'exposer la masse au feu durant six heures où durant trois heures seulement; dans les deux cas la phosphorescence et la couleur étaient les mêmes.

» Pour le sulfure obtenu par le procédé de M. Verneuil, il suffit d'une chauffe de trois heures pour l'obtenir très phosphorescent, et le sulfure produit ne se modifie en rien après une chauffe supplémentaire de cinq fois six heures, si l'on a soin, naturellement, de le tenir à l'abri des oxydations.

» Le sulfure de strontium, doué d'une magnifique phosphorescence verte, que nous avons préparé, se produit au bout de trois heures de chauffe au maximum et sans qu'il soit nécessaire pour cela d'une température extraordinairement élevée et, après l'avoir obtenu, on peut le chauffer longtemps et plusieurs fois de suite sans qu'il soit possible d'observer une modification quelconque de la phosphorescence ni de sa couleur.

» Les résultats de mes expériences démontrent qu'alors que l'on a obtenu un sulfure de strontium phosphorescent, la propriété d'émettre de la lumière persiste et ne se modifie, ni dans sa couleur, ni dans son intensité, même sous l'action violente de la température. Mes expériences prouvent encore que la température où se forment les sulfures n'a pas, à ce qui semble, une grande influence sur la phosphorescence, car les sulfures

les plus phosphorescents ne sont pas ceux dont l'obtention demande le plus fort échauffement, ni la plus longue exposition au feu.

» Le sulfure de strontium présente toujours une phosphorescence d'un vert plus ou moins pur et intense, et cette propriété (autant que j'ai pu le voir jusqu'ici au cours de mes expériences) paraît étroitement liée aux procédés d'obtention et aux substances qui altèrent la pureté des corps employés, peut-être parce que l'état d'agrégation physique et la structure des sulfures se trouvent ainsi modifiés [1]. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Observations sur les volumes moléculaires à 0° de divers hydrates de carbone cristallisés.* Note de M. PIONCHON. (Extrait.)

« Le volume occupé à 0° par une masse donnée de saccharose

$$C^{12}H^{22}O^{11} = 342^{gr},$$

soit $215^{cc},1$, est égal au volume qu'occuperait, à l'état de glace, l'eau dont cette masse renferme les éléments, soit $215^{cc},6$.

» La même particularité se présente pour le lactose ou sucre de lait $C^{12}H^{22}O^{11} + H^2O = C^{12}H^{24}O^{12}$. On a, en effet, dans ce cas,

$$\text{volume de } C^{12}H^{24}O^{12} = \frac{360^{gr}}{1,53} = 235^{cc},2,$$

et volume de $12(H^2O)$ à l'état de glace $= \frac{216}{0,9184} = 235^{cc},2$.

» Cette curieuse remarque, faite par Joule et Playfair dans le cours de leurs intéressantes recherches sur les poids spécifiques et les volumes moléculaires des corps solides [2], a appelé mon attention sur les volumes moléculaires des hydrates de carbone cristallisés.

» S'agit-il là d'une propriété générale des hydrates de carbone et faut-il, sur la foi de la remarque précédente, dire, avec Joule et Playfair, que le carbone contenu dans le sucre de canne ne compte pas au point de vue du volume, ce qui serait bien étrange; ou ne s'agit-il pas plutôt d'une particularité accidentelle, d'une de ces coïncidences numériques moins rares qu'on

---

(1) Travail fait au laboratoire de Chimie de l'École centrale des Arts et Métiers à Madrid.

(2) *Joint scientific papers of J.-P. Joule. — Joint papers with sir Lyon Playfair*, p. 11-116.

ne pourrait le croire et qu'il faut se garder d'ériger imprudemment en lois? Telle est la question qu'il m'a paru intéressant d'examiner.

» Il fallait, pour la résoudre, considérer les volumes moléculaires d'un aussi grand nombre que possible d'hydrates de carbone cristallisés. Cette recherche m'a entraîné à des déterminations expérimentales, en raison de l'ignorance où les grands dictionnaires de Chimie tant français qu'étrangers, ainsi que l'important Ouvrage de Tollens sur les hydrates de carbone, me laissaient touchant les densités de la plupart des hydrates de carbone à examiner.

» J'ai opéré par la méthode du flacon, en employant comme liquide auxiliaire le toluène, dans lequel les matières à étudier étaient absolument insolubles.

Hydrates de carbone.	Densités à 0°.
Xylose	1,535
Lévulose	1,555
Mélézitose	1,5565
Raffinose	1,465

De là résulte le Tableau suivant :

Hydrates de carbone.	Formules moléculaires $C^{\alpha}H^{2\beta}O^{\beta}$.	Densités à 0° d.	Volumes moléculaires $\frac{C^{\alpha}H^{2\beta}O^{\beta}}{d}$.	Volumes de $\beta(H^2O)$ à l'état de glace.	Densités qu'exigerait la relation de Joule.	Différences entre les densités observées et les densités calculées.
Xylose	$C^5H^{10}O^5$	1,535	97,7	97,99	1,53	0,005
Glucose	$C^6H^{12}O^6$	1,538 Bödecker)	117,0	117,6	1,53	0,008
Lévulose	$C^6H^{12}O^6$	1,555	115,7	117,6	1,53	0,0025
Saccharose	$C^{12}H^{22}O^{11}$	1,59	215,1	215,6	1,586	0,004
Lactose	$C^{12}H^{22}O^{11}+H^2O$	1,53	235,2	235,2	1,53	0,000
Mélézitose	$C^{18}H^{32}O^{16}+2H^2O$	1,5565	347,7	352,8	1,53	0,026
Raffinose	$C^{18}H^{32}O^{16}+5H^2O$	1,465	405,4	411,58	1,443	0,022

» Aucun des nombres de ce Tableau ne s'opposerait formellement à la généralisation de la remarque de Joule et Playfair, le plus grand écart entre les densités observées et les densités calculées en admettant l'exactitude de la relation en question ne dépassant pas $\frac{1}{60}$ en valeur relative. Mais il paraît préférable d'évaluer le volume moléculaire des hydrates de carbone d'après la somme des volumes supposés des atomes de leurs éléments, conformément à des idées développées depuis trois quarts de siècle par un grand nombre de physiciens et de chimistes, principalement par

Kopp, et dans ces derniers temps par M. Traube ([1]), idées applicables soit aux solides, soit aux liquides, soit aux corps dissous.

» L'application de ces idées ne se vérifie pas d'ailleurs en attribuant des valeurs constantes aux volumes atomiques de tous les éléments. Si l'on peut adopter pour le carbone le volume 9,9 et pour l'hydrogène le volume 6,2, on a été conduit à attribuer à l'oxygène les trois valeurs 5,5, 2,3 et 0,4, selon que l'oxygène appartient à la fonction acide, alcool, ou aldéhyde, chacune de ces fonctions étant isolée ou associée à d'autres. Il faut en outre ajouter une constante. Ainsi, pour un hydrate de carbone solide $C^\alpha H^\beta O^\gamma$

$$V_m = 9,9\alpha + 6,2\beta + 5,5\gamma + 2,3\gamma' + 0,4\gamma'' + 24,6.$$

» Cette formule se vérifie en effet pour les hydrates de carbone anhydres, tels que le saccharose, le xylose, le lévulose. D'après mes données :

	Trouvé.	Calculé.
Xylose	195,4	193,4
Lévulose	231,4	232,8

» Mais il existe un écart plus ou moins considérable pour le mélézitose, le raffinose et le lactose hydratés. J'ai reconnu que cet écart disparaît si l'on attribue une quatrième valeur à l'oxygène de l'eau d'hydratation, en prenant le volume de celle-ci comme égal à celui de la glace, ainsi que la chose a été proposée d'ailleurs en Chimie minérale. On a, en effet,

	Trouvé.	Calculé.	
Mélézitose	308,5	308,2	(eau déduite)
Raffinose	307,4	308,2	(eau déduite)
Lactose	215,6	216,0	(eau déduite)

CHIMIE ORGANIQUE. — *Trioxyméthylène et paraformaldéhyde.* Note de M. **Delépine**.

« *Trioxyméthylène.* — C'est le nom que l'on donne généralement au produit de condensation de l'aldéhyde gazeux sec ou à celui qui se précipite lorsqu'on déshydrate par l'addition d'acide sulfurique une solution concentrée d'aldéhyde formique. Le produit que j'ai utilisé fondait à 171° et provenait de cette dernière source. Après m'être assuré qu'il répondait bien à la formule CH^2O, je l'ai brûlé dans la bombe calorimétrique. Les

([1]) *Ueber das molekulare Lösungsvolumen and molekularvolumen organischer Verbindungen von J. Traube* (*Liebigs Ann. der Chem.*, B. 890, p. 43-122; 1896).

chaleurs de combustion ont été trouvées par gramme, de

$4091^{cal},76, \quad 4104^{cal},01, \quad 4091^{cal},87; \quad$ moyenne... $4095^{cal},88$

Soit, à volume constant et à pression constante pour un poids de 30^{gr},

$$122^{Cal},9$$

et pour chaleur de formation,

$$C + H^2 + O = CH^2O\ (\text{trioxym.}) \ldots\ldots\ldots\ldots + 40^{Cal},4.$$

» La chaleur de combustion du produit de condensation de l'aldéhyde formique liquide, à $-20°$, m'a conduit au même chiffre.

» Le trioxyméthylène bouilli avec de l'eau ne se dissout pas instantanément (s'il est rigoureusement sec et anhydre), ni même après plusieurs heures; il faut employer des tubes scellés et chauffer à 130°. On voit que cette transformation en aldéhyde dissous est isotherme, puisque ce dernier a aussi, pour chaleur de formation, $40^{Cal},4$. Mais les deux réactions simultanées que j'ai signalées antérieurement, savoir : la production d'acide formique, d'alcool méthylique et d'acide carbonique, sont fortement exothermiques :

$$2CH^2O\ \text{diss.} + H^2O = CH^4O\ \text{diss.} + CH^2O^2\ \text{diss.} \ldots\ldots\ldots + 2 \times 8^{Cal},1$$
$$3CH^2O\ \text{diss.} + H^2O = 2CH^4O\ \text{diss.} + CO^2\ \text{gaz} \ldots\ldots\ldots + 3 \times 11^{Cal},3$$

et l'on conçoit que, dans ce dernier cas, l'aldéhyde formique devienne un agent de méthylation.

» On a, pour chaleur de polymérisation du gaz,

$$n\,CH^2O\ \text{gaz} = (CH^2O)^n\ (\text{trioxym.}) \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots + 15^{Cal} \times n$$

» *Paraformaldéhyde* $(CH^2O)^x + H^2O$. — Le nom de paraformaldéhyde a été donné par Tollens au produit soluble dans l'eau obtenu par évaporation d'une solution d'aldéhyde formique. C'est l'existence de ce corps dissous dans les solutions concentrées qui donne, d'après Tollens et Grossmann, leurs particularités cryoscopiques aux dilutions de ces solutions concentrées.

» C'est encore le paraformaldéhyde qui se dépose sous forme de flocons blancs dans les solutions concentrées. Lösekann a montré que cette substance séchée à l'air n'est pas une simple modification de l'aldéhyde, mais un hydrate $(CH^2O)^6, H^2O$ (hexaoxyméthylène.)

» En plaçant une solution amenée en consistance de gelée ferme dans le vide de la machine Carré (2^{mm} Hg) au-dessus de baryte caustique, j'ai obtenu, après trois mois d'exsiccation, une masse dont la composition, après pulvérisation, mélange et tamisage, répondait à : C pour 100, 36,82,

37,03; H pour 100, 7,09, 6,97, alors que la formule $(CH^2O)^8H^2O$ exige : C pour 100, 37,20, et H pour 100, 6,97. Le produit n'avait donc pas été déshydraté complètement; il se dissolvait d'ailleurs instantanément dans l'eau chaude et avait conservé l'odeur de l'aldéhyde. Sa chaleur de combustion, par gramme, a donné

$3759^{cal},8$, $3743^{cal},6$, $3739^{cal},8$, soit en moyenne..... $3747^{cal},4$

et, par conséquent, pour $32^{gr},25$ d'hydrate, répondant à $CH^2O = 30^{gr}$,

Chaleur de combustion à volume et pression const..... $120^{Cal},8$

» D'où

$C + H^2 + O = CH^2O$ (paraformaldéhyde)............ $+ 42^{Cal},5$

» La formule $(CH^2O)^8, H^2O$ ne prétend nullement exprimer la constitution, ou la condensation moléculaire du produit; elle représente les chiffres de l'analyse, mais elle exprime avant tout que le produit est hydraté. Le paraformaldéhyde n'est probablement qu'un des termes d'une série de déshydratations de l'aldéhyde hydraté $CH^2(OH)^2$:

$$n\,CH^2\begin{matrix}\diagup OH\\ \diagdown OH\end{matrix} = (CH^2O)^n, H^2O + (n-1)H^2O.$$

» Cet hydrate fondamental et les premiers termes se déshydrateraient par la concentration; les nouveaux termes, moins solubles, se déposeraient et même une fois isolés de la solution mère continueraient à perdre de l'eau, mais sans devenir anhydres, restant toujours solubles. Ceci est en accord avec les données thermochimiques, car la transformation du paraformaldéhyde en trioxyméthylène absorberait $42,5 - 40,4 = 2^{Cal},1$; on voit pourquoi c'est lui qui prend naissance et non le trioxyméthylène; ce dernier n'apparaissant qu'en présence des déshydratants, comme l'acide sulfurique.

» Comme conséquence de la chaleur de formation du paraformaldéhyde, on a

Paraformaldéhyde + eau = aldhéyde formique dissous... $-2^{Cal},1$

» Inversement, si on connaît la chaleur de dissolution du paraformaldéhyde, on aura les données nécessaires pour évaluer la chaleur de formation de l'aldéhyde dissous et contrôler la valeur déjà trouvée.

» C'est ce que j'ai fait, mais en employant le même artifice que dans l'étude de la dilution des solutions concentrées, car si le paraformaldéhyde

finement pulvérisé abaisse nettement la température du dissolvant, ce phénomène est lent et progressif; au contraire, la potasse donne une dissolution instantanée. Il n'y a qu'à tenir compte de son action propre d'après les données antérieures. J'ai trouvé :

		Cal
CH^2O (paraf.) + KOH ($1^{mol} = 1^{lit}$)	dégage.............	0,57
CH^2O (paraf.) + KOH ($1^{mol} = 2^{lit}$)	dégage.............	0,12
CH^2O (paraf.) + KOH ($1^{mol} = 4^{lit}$)	dégage.............	—0,41

» On trouve alors, pour chaleurs de dissolution respectives dans ces trois expériences,

$$-2^{Cal},53, \quad -2^{Cal},45, \quad -2^{Cal},39, \qquad \text{soit en moyenne : } -2^{Cal},45$$

et, par conséquent, pour chaleur de formation de l'aldéhyde dissous, d'après les données relatives au paraformaldéhyde,

$$42^{Cal},5 - 2^{Cal},45 = 40^{Cal},05,$$

chiffre voisin de celui adopté auparavant.

» Il me semble que l'on peut maintenant envisager les solutions d'aldéhyde formique plus nettement, et par la Thermochimie en expliquer les propriétés curieuses :

» 1° L'union du gaz avec l'eau n'est pas un simple phénomène de dissolution; il se forme des hydrates (on peut en isoler par le froid du chlorure de méthyle traversé par un courant de gaz).

» 2° La chaleur ne chasse pas le gaz de sa dissolution en raison de la grande chaleur de dissolution de ce gaz, soit $+15^{Cal}$ pour CH^2O.

» 3° La distillation de cette solution donne un mélange d'eau et d'aldéhyde, mais celui-ci se concentre dans le récipient sans distiller en raison de la formation du paraformaldéhyde, terme le plus stable.

» 4° Si l'on concentre une solution, il se fait un dépôt blanc constitué par un terme de déshydratation, un premier paraformaldéhyde, si l'on veut. Ces termes condensés ne se résolvent pas instantanément, par dissolution, en le terme simple CH^2O ou $CH^2\langle{}^{OH}_{OH}$, mais graduellement; la cryoscopie le démontre et les phénomènes thermiques si curieux qui se produisent par la dilution peuvent s'expliquer facilement en supposant l'existence simultanée de formaldéhyde simple dont la dilution dégage instantanément de la chaleur et de paraformaldéhyde dont la dilution en absorbe graduellement; l'absorption de chaleur par la dissolution du paraformaldéhyde solide étant un fait expérimental. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques combinaisons de la phénylhydrazine avec les iodures métalliques.* Note de M. J. MOITESSIER.

« La phénylhydrazine se combine avec les iodures des métaux de la série magnésienne en donnant des composés analogues à ceux qu'elle forme avec les chlorures (1) et les bromures (2) correspondants. Ces composés présentent les réactions de la phénylhydrazine, des iodures et des sels du métal qui entrent dans leur constitution. On peut y doser assez exactement la phénylhydrazine par la méthode de E. von Meyer, basée sur la formation de 1 molécule d'iodobenzine et de 3 molécules d'acide iodhydrique par l'action d'un excès d'iode sur 1 molécule de phénylhydrazine.

» *Iodures de zinc phénylhydraziniques : a.* $ZnI^2.2(C^6H^5, Az^2H^3)$. — Ce composé s'obtient en versant de la phénylhydrazine (2 molécules) dans de l'iodure de zinc (1 molécule) en solution alcoolique à 20 pour 100. Il se fait un précipité cristallin, apparaissant au microscope sous forme de prismes et de lamelles rhomboïdales allongées; le liquide qui surnage, réduit par évaporation au bain-marie à la moitié de son volume, donne encore de beaux cristaux prismatiques par refroidissement. Le composé ainsi obtenu, lavé à l'alcool, essoré et desséché dans le vide, est anhydre; sa composition répond à la formule $ZnI^2.2(C^6H^5, Az^2H^3)$:

	Calculé.	Trouvé.
Zinc	12,17	12,04
Iode	47,38	47,27
Carbone	26,97	26,93
Hydrogène	2,99	3,38
Azote	10,49	10,65

» L'iodure de zinc phénylhydrazinique est soluble dans l'eau et dans l'alcool, légèrement soluble dans le chloroforme. Il fond vers 175° et se décompose à partir de 180° en se boursouflant; il laisse à l'incinération un faible résidu d'oxyde de zinc.

» Additionné d'une quantité d'alcool insuffisante pour le dissoudre et traité par un excès de phénylhydrazine, il se dissout en donnant un nouveau dérivé phénylhydrazinique, plus riche en phénylhydrazine (3), de formule $ZnI^2.5(C^6H^5, Az^2H^3)$.

(1) J. VILLE et J. MOITESSIER, *Comptes rendus*, t. CXXIV, p. 1242.

(2) J. MOITESSIER, *Comptes rendus*, t. CXXIV, p. 1306.

(3) Cette propriété est commune à presque toutes les combinaisons phénylhydraziniques des sels halogénés de la série magnésienne de formule $MH^2.2(C^6H^5, Az^2H^3)$; je reviendrai prochainement sur les nouveaux composés qui se forment dans ces conditions.

» *b*. $ZnI^2.5(C^6H^5, Az^2H^3)$. — Ce nouveau composé s'obtient en versant la quantité théorique de phénylhydrazine dans de l'iodure de zinc en solution alcoolique à 50 pour 100 et refroidissant le mélange au-dessous de 0° pendant quelques heures. Il se fait un abondant précipité cristallin en masses agglomérées, qu'on égoutte et qu'on lave rapidement à l'alcool refroidi à 0°. Le précipité est repris par un volume de chloroforme égal à celui du mélange primitif; il s'y dissout à peu près entièrement. Par concentration de la solution chloroformique, il se dépose des masses cristallines blanches, formées par un feutrage serré de prismes et de lamelles quadrangulaires.

» Le composé ainsi obtenu est soluble dans l'eau, très soluble dans l'alcool, dans l'éther et dans le chloroforme. Il fond vers 70° et se décompose vers 90°. Les dosages de l'iode et de la phénylhydrazine ont donné respectivement 29,50 et 62,8 pour 100; les nombres calculés pour $ZnI^2.5(C^6H^5, Az^2H^3)$ étant 29,49 et 62,94.

» *Iodure de cadmium phénylhydrazinique* $CdI^2.2(C^6H^5, Az^2H^3)$. — Pour préparer ce composé, on verse peu à peu de la phénylhydrazine (1 molécule), en solution alcoolique à 5 pour 100, dans de l'iodure de cadmium (2 molécules) en solution alcoolique à 5 pour 100. On obtient un volumineux précipité blanc, cristallin (formé de fines aiguilles microscopiques), qu'on lave à l'alcool, qu'on essore et qu'on dessèche dans le vide. Le composé ainsi obtenu est anhydre et a pour formule

$$CdI^2.2(C^6H^5, Az^2H^3).$$

	Calculé.	Trouvé.
Cadmium........	19,24	19,13
Iode..............	43,57	43,54
Azote.............	9,64	9,97

» Il est très peu soluble dans l'eau et dans l'alcool à froid, plus soluble à chaud; il ne se dissout pas dans le chloroforme. Chauffé jusqu'à 260°, il ne fond pas et ne subit aucune altération apparente; il laisse à l'incinération un résidu brun d'oxyde de cadmium.

» *Iodure manganeux phénylhydrazinique* $MnI^2.2(C^6H^5, Az^2H^3)$. — En ajoutant la quantité théorique de phénylhydrazine à de l'iodure manganeux en solution alcoolique à 20 pour 100, l'iodure phénylhydrazinique se dépose sous forme de petites masses cristallines, mais très lentement et en faible quantité. On obtient un meilleur rendement en ajoutant au mélange son volume d'éther à 65°, après avoir préalablement versé un léger excès de phénylhydrazine (0,5 molécule) pour éviter la précipitation d'iodure manganeux. Il se forme alors un précipité de fines aiguilles prismatiques, qu'on lave avec un mélange d'alcool et d'éther, puis avec de l'éther, qu'on essore et qu'on dessèche dans le vide.

» Le composé obtenu est anhydre; sa composition répond à la formule

$$MnI^2.2(C^6H^5, Az^2H^3)$$

	Calculé.	Trouvé.
Manganèse........	10,48	10,66
Carbone...........	27,49	27,68
Hydrogène.........	3,05	3,66

» Très soluble dans l'eau et dans l'alcool, l'iodure manganeux phénylhydrazinique est presque complètement insoluble dans l'éther et le chloroforme. Chauffé à l'air, il noircit sans fondre vers 220°, puis se ramollit et se décompose en donnant des vapeurs d'iode et en laissant un résidu noir d'oxyde de manganèse.

» *Iodure de nickel phénylhydrazinique* $NiI^2.6(C^6H^5, Az^2H^3)$. — Quand on ajoute à de l'iodure de nickel (1 molécule), en solution alcoolique à 10 pour 100, 2 molécules de phénylhydrazine, il ne se forme pas de précipité, même au bout de plusieurs jours. En versant peu à peu 4 molécules de phénylhydrazine de plus, on obtient un précipité bleu gris très abondant, cristallisé en lamelles microscopiques. Ce corps, lavé à l'alcool et essoré, s'altère et brunit dans l'espace de quelques heures. On le rend moins altérable en le faisant recristalliser dans l'eau, où il est très soluble à chaud et d'où il se dépose par refroidissement en beaux cristaux bleus (prismes et lames rectangulaires). Les cristaux ainsi obtenus, essorés et desséchés dans le vide, se conservent pendant plusieurs jours; leur composition répond à la formule

$$NiI^2.6(C^6H^5, Az^2H^3)$$

	Calculé.	Trouvé.
Nickel............	6,11	6,29
Carbone...........	45,02	45,06
Hydrogène.........	5,00	5,42

» L'iodure de nickel phénylhydrazinique est soluble dans l'eau et dans l'alcool, beaucoup plus à chaud qu'à froid, légèrement soluble dans l'éther et dans le chloroforme. Il se décompose au-dessous de 100°, ce qui ne permet pas de déterminer directement s'il renferme de l'eau de cristallisation. Il est probable qu'il n'en contient pas, car le nombre trouvé pour le carbone (45,06 pour 100) concorde bien avec celui calculé pour le composé anhydre (45,02 pour 100) et non avec celui calculé pour le composé contenant une molécule d'eau de cristallisation (44,18 pour 100). Chauffé à l'air, il se décompose en donnant des vapeurs d'iode et un résidu d'oxyde de nickel.

» Les azotates des divers métaux de la série magnésienne donnent avec la phénylhydrazine des combinaisons cristallisées. L'étude de ces composés fera l'objet d'une prochaine Note. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les combinaisons des sels métalliques avec les bases organiques homologues de l'aniline et leurs isomères*. Note de M. **D. Tombeck**, présentée par M. Troost.

« Dans une Note précédente ([1]), j'annonçais que les bases homologues de l'aniline m'avaient fourni des combinaisons avec certains sels métal-

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXIV, p. 961.

liques. J'indiquerai aujourd'hui quelques-uns de ces composés formés par la *toluidine*.

» Une dissolution de chlorure de zinc dans l'alcool, mélangé d'un cinquième de son volume d'eau, étant versée dans une dissolution alcoolique d'orthotoluidine, il se forme un précipité abondant, totalement soluble, quand on élève la température. Par refroidissement, toute la liqueur se prend en une masse feutrée cristalline qui, séchée par compression entre des feuilles de papier buvard, fournit de très fines aiguilles dont la composition répond à la formule

$$(C^7H^9Az)^2, ZnCl^2.$$

» Il est nécessaire d'employer des liqueurs alcooliques, à cause de la très faible solubilité que présentent dans l'eau, même chaude, la toluidine et les composés qu'elle donne avec les sels considérés.

» Le bromure et l'iodure de zinc donnent, dans des conditions semblables, des aiguilles analogues qui contiennent :

$$(C^7H^9Az)^2, ZnBr^2,$$
$$(C^7H^9Az)^2, ZnI^2.$$

Ces cristaux, blancs et opalins tant qu'ils sont purs, se colorent rapidement à l'air; ils s'altèrent et perdent de la toluidine par une faible élévation de température.

» Le cadmium donne des composés du même ordre :

$$(C^7H^9Az)^2, CdCl^2,$$
$$(C^7H^9Az)^2, CdBr^2,$$
$$(C^7H^9Az)^2, CdI^2.$$

» Ce dernier étant plus soluble que les autres, on peut se dispenser d'employer des liqueurs alcooliques quand il s'agit de l'iodure de cadmium.

» M. Destrem a montré, en 1878 [1], que l'aniline donne, avec le chlorure cuivrique, le composé $(C^6H^7Az)^2, CuCl^2$; la toluidine m'a fourni, avec les chlorures, bromures et iodures de cuivre, des substances analogues excessivement altérables à l'air.

» La *xylidine* forme, avec le chlorure de zinc, par le mélange de disso-

---

[1] *Bull. Soc. chim.*, t. II, p. 482; 1878.

lutions alcooliques, des cristaux dont la composition peut être exprimée par la formule $(C^8H^{11}Az)^2, ZnCl^2$, et qui sont d'apparence tout à fait semblable au composé de la toluidine dont il a été question plus haut; des matières cristallines de même genre se produisent avec le chlorure de cadmium et avec les bromures et iodures de zinc et de cadmium.

» Ces différentes combinaisons se forment avec un notable dégagement de chaleur, ce qui fait qu'elles possèdent un certain degré de stabilité.

» La *picoline*, base homologue supérieure de la pyridine et isomère avec l'aniline, m'a fourni des produits intéressants avec les chlorures, bromures et iodures de plusieurs métaux; une dissolution très concentrée de l'un de ces sels, faite dans l'alcool faible, mélangée à une dissolution alcoolique de picoline, donne immédiatement un précipité d'apparence amorphe, et partiellement soluble quand on élève la température; on filtre la liqueur chaude, on l'évapore lentement et, au bout de quelques jours, on voit se déposer des cristaux volumineux. Avec $ZnCl^2$ et CdI^2, ils peuvent atteindre plusieurs millimètres de côté; ils sont incolores et biréfringents.

» Leur composition répond à la formule $(C^6H^7Az)^2, MR^2$.

» On trouve, par exemple, pour le composé formé par le chlorure de zinc :

	Trouvé.	Calculé.
Picoline	57,27	57,86
Zn	20,38	20,19
Cl	22,26	22,05
	99,91	100,00

» Il est à remarquer que le composé de chlorure de cadmium est très peu soluble dans les liqueurs au milieu desquelles il se forme, ce qui le rend difficile à obtenir cristallisé.

» La *lutidine*, homologue de la picoline et isomère des toluidines; la *collidine*, homologue de la picoline et isomère des xylidines, donnent lieu aussi à la formation de combinaisons très bien cristallisées; mais elles ne se forment pas instantanément, et il faut parfois plusieurs semaines pour qu'il se dépose des cristaux dans les solutions alcooliques préparées comme on l'a dit plus haut.

» Tous ces corps sont peu solubles dans l'eau; ils perdent leur base dès la température ordinaire, et plus rapidement à température plus élevée. La tension de la vapeur qu'ils émettent peut être mise en évidence en les laissant tomber à la surface d'eau tiède; ils prennent des mouvements de gyration comme le font des fragments de camphre. Abandonnés à l'air, ils

deviennent opaques en s'altérant. J'indiquerai ailleurs quels sont les produits de leur décomposition.

» Les bases substituées dérivées de l'aniline se comportent de la même manière qu'elle; je décrirai, dans une autre Note, les produits que j'ai obtenus avec ces corps (¹). »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'action de l'acétylène sur l'azotate d'argent.* Note de M. **G. Arth**, présentée par M. Friedel.

« A propos de la Communication de M. Chavastelon (*Comptes rendus*, 1897, p. 1364) je demande à l'Académie la permission de présenter quelques observations touchant la réaction de l'acétylène sur l'azotate d'argent; je m'en étais occupé afin de déterminer les conditions dans lesquelles certaines particularités se présentent.

» I. Beilstein, d'après Blochmann (*Annal.*, t. CXIII, p. 177), dit que l'acétylure d'argent est un précipité jaune, tandis que partout ailleurs le composé est décrit comme blanc.

» On observe, en effet, que si l'on traite une solution ammoniacale d'azotate d'argent par du gaz acétylène, il se forme d'abord un composé jaune, mais ce produit se transforme bientôt en un précipité blanc qui reste seul, si l'on fait intervenir un excès d'acétylène.

» Vient-on à humecter avec de l'ammoniaque le composé $C^2Ag^2.AgAzO^3$ dont il sera question plus loin, il prend également une couleur jaune intense, mais cette couleur disparaît bientôt et la substance redevient d'un blanc plus ou moins pur.

» Enfin, quand on sature d'acétylène une solution d'azotate d'argent aqueuse, neutre et suffisamment étendue, elle se colore également en jaune et ne fournit que postérieurement un précipité blanc ou plutôt gris.

» II. Keiser (*Americ. Chem. Journ.*, t. XIV, p. 286 à 290) avait déjà signalé et analysé les deux composés C^2Ag^2 et $C^2Ag^2.AgAzO^3$ étudiés par M. Chavastelon. Ce sont deux produits blancs, amorphes et détonant facilement lorsqu'ils sont secs.

» Le premier se forme toujours en solution ammoniacale avec un excès d'acétylène, le second s'obtient en solution aqueuse, mais il n'est pur que si cette solution est suffisamment concentrée. Avec une solution d'azotate

(¹) Travail fait au laboratoire de M. le professeur Ditte, à la Sorbonne.

d'argent demi normale (54^{gr} Ag par litre) le précipité est directement blanc, sans passer par la couleur jaune, comme avec la solution ammoniacale. Le composé obtenu renferme 78,74 pour 100 d'argent (théorie 79,02), et le rapport de l'acide azotique resté combiné à celui qui est devenu libre dans le liquide est bien $\frac{1}{2}\left(\text{trouvé } \frac{1}{2,07}\right)$. La réaction s'est donc faite suivant l'équation

$$C^2H^2 + 3\,Ag\,AzO^3 = C^2Ag^2.AzO^3Ag + 2.HAzO^3.$$

» Lorsque la quantité d'eau augmente, le précipité est encore blanc, mais la quantité d'acide mise en liberté croît avec la dilution. Si l'on filtre et titre l'acide quand la précipitation est complète, on trouve les rapports suivants :

Solutions.		$\frac{\text{Acide resté combiné}}{\text{Acide mis en liberté}}$.
$\frac{N}{4} = 27$	Ag par litre........................	$\frac{1}{2,18}$
$\frac{N}{6} = 18$	»	$\frac{1}{2,50}$
$\frac{N}{8} = 13,5$	»	$\frac{1}{2,75}$
$\frac{N}{12} = 9$	»	$\frac{1}{2,88}$
$\frac{N}{16} = 6,75$	»	$\frac{1}{3,14}$

» Avec la solution $\frac{N}{24}$ la couleur jaune apparaît, les expériences ne sont plus nettes, car le liquide reste longtemps trouble et filtre mal; si la liqueur est encore plus étendue, le trouble jaune persiste davantage et le dépôt ne s'effectue souvent qu'après plusieurs jours, Dans ces liqueurs diluées, il se produit donc un mélange de $C^2Ag^2.AzO^3Ag$ et de C^2Ag^2, la proportion de ce dernier croissant avec la dilution, ou bien un composé intermédiaire. On pourrait croire, en résumé, que, dans l'action de l'acétylène sur l'azotate d'argent neutre, il se forme d'abord $C^2Ag^2.AzO^3Ag$; ce composé paraissant se transformer ultérieurement en C^2Ag^2, en passant par l'intermédiaire d'un produit jaune de composition encore inconnue qui prend également naissance en présence de l'ammoniaque.

» III. Les dosages d'argent se font très facilement dans ces produits par électrolyse. En effet, le composé C^2Ag^2 se dissout aisément dans une solu-

tion suffisamment concentrée de cyanure de potassium en dégageant de l'acétylène

$$C^2Ag^2 + 4KCy + 2H^2O = 2(AgCy.KCy) + 2KOH + C^2H^2.$$

» Le composé $C^2Ag^2.AzO^3Ag$ réagit de la même manière.

» Je me propose d'étudier la réaction de ces composés argentiques sur un certain nombre d'autres substances. »

ZOOLOGIE. — *Sur la régénération tétramerique du tarse des Phasmides.* Note de M. **Edmond Bordage**, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« A la séance du 25 janvier dernier, j'ai eu l'honneur de communiquer, à l'Académie des Sciences, quelques-uns des principaux résultats que j'avais précédemment obtenus relativement aux phénomènes d'autotomie chez les Phasmides. En concluant, je parlais du processus de régénération des membres amputés chez les larves et chez les nymphes et j'annonçais que, *très souvent*, les membres régénérés ne présentaient que quatre articles à leur tarse.

» Je dois dire que je n'avais alors pu faire qu'un nombre limité d'expériences et que je ne pensais pas me trouver en face d'une règle générale. Depuis, j'ai multiplié mes observations et j'ai nettement établi que l'expression *très souvent* devait être remplacée par *toujours*. Je dois aussi faire connaître le détail curieux qui, en premier lieu, m'avait surtout fait douter de la généralité de cette règle.

» Dans les collections du Musée d'Histoire naturelle de l'île de la Réunion (établissement dont j'ai la direction), j'avais remarqué une femelle de Monandroptère dont les membres de la deuxième paire me paraissaient égaux entre eux, tout en étant relativement plus courts que les autres. De plus, l'un d'eux possédait cinq articles tarsiens, tandis que l'autre n'en présentait que quatre. Ma première idée fut que, pour les deux membres, il y avait eu régénération après autotomie. Cela semblait alors impliquer que cette régénération se faisait, tantôt avec cinq, tantôt avec quatre articles tarsiens.

» Mais des mensurations, établies avec le plus grand soin, me permirent de constater que le membre à tarse pentamère avait parfaitement la longueur normale, ce dont, au début, m'avait fait douter la position donnée aux pattes de la deuxième paire par la personne qui avait préparé l'insecte.

Tandis que les pattes antérieures étaient complètement allongées dans la direction de l'axe du corps et les postérieures perpendiculairement à cet axe, celles de la deuxième paire, entièrement repliées, affectaient la forme d'un V renversé, et c'est précisément ce raccourci qui m'avait fait croire à des dimensions plus faibles. Si le membre à tarse pentamère avait les dimensions normales, le membre à tarse tétramère, qui lui paraissait égal, était cependant plus court de près de 4^{mm}. Je fus alors amené à conclure que ce dernier était le seul qui eût autrefois subi l'autotomie.

» Pour expliquer une différence aussi minime dans la longueur des deux membres et la coloration absolument semblable qu'ils présentaient, il fallait nécessairement admettre que l'amputation spontanée avait eu lieu lorsque l'insecte n'était encore qu'une larve à peine sortie de l'œuf.

» Pour m'assurer du fait, je recueillis un certain nombre d'œufs de *Monandroptera inuncans* et en surveillai l'éclosion. A leur naissance, les larves mesurent 1^{cm} environ de longueur sur 1^{mm} de largeur. Leur coloration est jaune pâle avec des bandes couleur de rouille formant autour du corps et des pattes des anneaux équidistants. Les membres atteignent une longueur moyenne de 8^{mm}. On serait alors tout d'abord tenté de supposer que la plus petite différence existant entre les longueurs de deux membres faisant partie d'une même paire, l'un normal, l'autre régénéré après autotomie, ne puisse pas être inférieure à ce nombre de millimètres. Dans ces conditions, comment admettre qu'un membre a été régénéré après autotomie, parce que sa longueur est inférieure, de 3^{mm} à 4^{mm} à peine, à celle du membre correspondant? J'ai cependant pu m'assurer expérimentalement que la chose était possible. Pour cela, j'ai provoqué l'autotomie chez une larve venant de naître. La patte amputée mesurait 8^{mm} et était absolument de même longueur que le membre opposé. *A priori* on pouvait donc supposer que le membre régénéré serait toujours plus court d'au moins 8^{mm} que le membre demeuré intact. Cependant, immédiatement après la première mue, lorsque la larve venait de quitter son enveloppe, j'aperçus le membre régénéré formant une petite spirale qui se déroula au bout de quelques jours et prit l'aspect des autres pattes. La longueur de ce membre régénéré était comprise entre 7^{mm} et 8^{mm}, de sorte que le membre opposé n'ayant augmenté que de 3^{mm} et possédant alors une longueur de 11^{mm}, la différence entre les deux membres n'était guère que de 3^{mm}. Il y a donc une différence entre la vitesse de croissance du membre normal et la vitesse de croissance du membre en voie de régénération; ce dernier croissant plus rapidement. C'est certainement dans ce phénomène que se

trouve l'interprétation du cas douteux que je signale au début de cette Communication.

» On peut se demander si la variation dans le nombre des articles du tarse est toujours consécutive à l'amputation par autotomie, ou si elle est quelquefois congénitale. Bien que, jusqu'ici, je n'aie jamais vu de tarses tétramères chez des larves de Phasmides examinées aussitôt après leur naissance, il se pourrait très bien, cependant, que la *tétramérie* pût être observée sur les jeunes dès leur sortie de l'œuf, et par conséquent sans avoir été précédée de la moindre mutilation.

» Loin de voir dans l'autotomie un perfectionnement *relativement* récent, je serais au contraire disposé à admettre que certains groupes d'Insectes des temps primaires bénéficiaient déjà des avantages de cette fonction protectrice. Si, en effet, on examine attentivement quelques-uns des dessins donnés par M. Ch. Brongniart dans son beau travail sur les Insectes primaires (*Recherches pour servir à l'histoire des Insectes fossiles des temps primaires*, 1893) et notamment les figures de la *Pl. XLIX* et la *fig.* 1 de la *Pl. XXXVII*, on remarque, dans les membres, une disposition de la hanche, du trochanter et du fémur rappelant beaucoup celle que j'ai indiquée chez les Phasmides, dans ma Communication du 15 février 1897 à l'Académie des Sciences. Ce détail m'a surtout frappé à l'inspection de la dernière figure citée qui représente cependant un insecte se rapprochant beaucoup plus des Névroptères que des Orthoptères, puisque M. Ch. Brongniart l'a rattaché aux premiers.

» MM. Bateson et Brindley, après avoir signalé de nombreux cas de *tétramérie* chez les Blattides, ont conclu qu'il fallait voir là un cas de *variation brusque* et expliquant, jusqu'à un certain point, comment une espèce à tarses tétramères pouvait descendre, brusquement pour ainsi dire, d'une espèce à tarses pentamères (*Materials for the study of variation*, 1894, p. 63 et p. 415-421). Il est une interprétation philosophique qui me semble bien plus logique : celle qui consiste à voir au contraire dans ces faits intéressants un cas d'*atavisme*, de retour à une disposition ancestrale semblable à celle que l'on observe encore chez les Locustides [1]. »

---

[1] Cf. A. GIARD, *Comptes rendus de la Société de Biologie*, 1897, n° 12, p. 315.

BOTANIQUE. — *Le* N'djembo, *liane à caoutchouc du Fernan-Vaz*. Note de M. **Henri Jumelle**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« On sait qu'une grande partie des caoutchoucs qui nous sont envoyés de la côte occidentale d'Afrique est produite par de nombreuses espèces de lianes du genre *Landolphia*, de la famille des Apocynées; et il n'est pas ignoré non plus que, quoique provenant de plantes voisines, tous ces caoutchoucs n'ont pas néanmoins la même valeur; il en est d'excellents et d'inutilisables. Mais à quelles espèces doit-on rapporter les uns et les autres? Dans l'état actuel de nos connaissances sur ce sujet, il nous est à peu près impossible de le dire, car non seulement beaucoup de *Landolphia* sont encore incomplètement décrits, mais même, parmi les mieux connus, on ne sait au juste, sauf pour quelques rares espèces, quelles sont celles qui fournissent les meilleures gommes et qu'il y aurait, par suite, lieu de conserver et de cultiver dans nos colonies françaises, et celles, au contraire, qui doivent être rejetées, et que les nègres n'exploitent que pour mêler en fraude leurs latex aux latex de qualité supérieure.

» Nous pensons cependant pouvoir contribuer à éclaircir peu à peu cette question en décrivant successivement, plus complètement qu'on ne l'a fait jusqu'alors, quelques-unes de ces lianes, dont nous possédons en même temps les produits d'origine et de pureté certaines. Ces lianes ont été envoyées au Musée colonial de Marseille par M. Foret, administrateur au Fernan-Vaz, qui, depuis deux ans, s'est mis, avec un véritable dévouement, sur la demande de M. Heckel, à la recherche des plantes utiles de la région du Congo français où il réside.

» La première espèce que nous décrivons aujourd'hui est connue au Fernan-Vaz sous le nom de *N'djembo* (qui, en idiome n'coumi, signifie *petit singe*).

» La tige de cette liane est brun rougeâtre, couverte de lenticelles jaunes, et toujours glabre; les feuilles, également dépourvues de poils, même à l'état jeune, sont ovales, avec un fort acumen au sommet, très grandes, atteignant 35^{cm} de longueur sur 20^{cm} de largeur; elles sont arrondies à la base et portées sur des pétioles courts (15^{mm}). La nervation est pennée; il y a, en moyenne, 12 à 14 paires de nervures secondaires alternes, un peu obliques, bien saillantes à la face inférieure, et unies entre elles, à l'extrémité, par une nervure marginale. La plante se soutient à l'aide de fortes vrilles axillaires ramifiées.

» Les fleurs, en cymes denses, sont petites, d'un blanc mat, sans odeur. Les fruits,

qui mûrissent en janvier, sont de volumineuses baies globuleuses, brunes à l'état sec; les plus gros que nous ayons vus mesuraient 15^{cm} de diamètre et contenaient une soixantaine de graines comprimées, arrondies à l'une de leurs extrémités, plus pointues à l'autre, un peu plus grosses qu'une fève des marais, et plongées dans une pulpe abondante qui est formée par les poils, nombreux et gorgés de substances, que porte le tégument séminal. Cette pulpe, qui est comestible et recherchée des noirs, est sucrée et acide; le sucre est réducteur, l'acide présente les réactions indiquées par MM. Berg et Gerber comme étant celles de l'acide malique.

» Les graines, enveloppées par un tégument brun très mince, papyracé, ont un albumen corné, dont les deux moitiés présentent, sur leurs bords, des ondulations par lesquelles elles s'engrènent. Les cotylédons sont foliacés et médians, ils sont incolores. La tigelle et la radicule, au contraire, empruntent une coloration brune à une substance qui remplit leurs cellules corticales. Cette tigelle et cette radicule correspondent à l'extrémité amincie de la graine; elles sont, là, logées dans un étroit canal axile, dont l'ouverture n'est recouverte que par le mince tégument.

» Le terme de *N'djembo* nous avait fait penser un moment que notre plante n'était autre que le *Landolphia owariensis* Pal. de Beauv., l'espèce la plus anciennement connue du genre et qui, d'après M. Dewèvre (1), est appelée *N'dembo* au Gabon. Et il y a, certes, quelques points de ressemblance entre notre espèce et celle décrite par Palisot de Beauvois. Dans l'une et l'autre, les fleurs sont petites et les feuilles ont à peu près les mêmes caractères, si l'on n'attache pas plus d'importance qu'il ne convient à leurs dimensions qui dépassent, dans notre espèce, celles indiquées pour le *L. owariensis* (10^{cm} de longueur sur $3^{cm},5$ à 5^{cm} de largeur).

» Mais sur deux autres points, il y a une différence très nette. Le *L. owariensis* jeune a une tige couverte de poils; or, nous avons réussi à faire germer des graines de N'djembo, que nous avons donc pu observer à tous les âges, et il est constamment glabre. D'autre part, le fruit du *L. owariensis* est décrit par tous les auteurs (P. de Beauvois, de Candolle, Dewèvre, etc.) comme de petites dimensions, à peu près de la grosseur d'une prune, et ne renfermant qu'un petit nombre de graines; nous avons, au contraire, décrit, tout à l'heure, un fruit volumineux, avec de très nombreuses graines.

» Par ce dernier caractère, notre *N'djembo* se rapprocherait alors davantage d'une liane *Malumba* du Congo belge, dont parle M. Dewèvre, et que cet auteur tend à considérer comme une variété à gros fruits de *L.*

---

(1) A. Dewèvre, *Étude monographique des lianes du genre Landolphia* (*Annales de la Société scientifique de Bruxelles*, 1895).

owariensis, sans, du reste, la décrire de façon plus précise, en l'absence de matériaux complets.

» Mais M. Dewèvre ajoute que la liane *Malumba* fournit un caoutchouc de très mauvaise qualité. Tout au contraire, le produit de l'espèce ici décrite nous semble un des meilleurs que puissent donner les *Landolphia.* Du latex, blanc, acide, et qui coagule spontanément, on extrait un caoutchouc qui, malheureusement, renferme une assez forte proportion de matières étrangères (30 pour 100 environ) comme tous les caoutchoucs de *Landolphia,* mais qui se résinifie peu. Or, on sait que la résinification, qui, peu à peu, rend poisseux les caoutchoucs, est la cause principale pour laquelle les gommes de certains *Landolphia* sont inutilisables.

» Des nombreux caoutchoucs, appartenant à diverses espèces du même genre, que nous avons reçus, celui du *N'djembo,* qui est très élastique, était parmi les moins résineux à l'arrivée (5 à 6 pour 100 de résine environ); et, depuis dix-huit mois, sa proportion de résine n'a pas sensiblement augmenté, alors qu'il n'en est pas de même de beaucoup d'autres échantillons du même envoi.

» La plante dont nous nous occupons ici ne paraît donc pas correspondre non plus à la variété *Malumba* du *L. owariensis;* et, comme elle s'éloigne également, à divers titres, des autres espèces de *Landolphia* à petites fleurs et à grandes feuilles (*L. senegalensis* D. C.; *L. Heudelotii* D. C.; *L. tomentosa* Dew., etc.), soit par les feuilles, soit par les dimensions du fruit, nous pensons pouvoir la considérer comme espèce nouvelle, la différence qu'il y a entre le volume de son fruit et celui de *L. owariensis* nous paraissant, outre l'absence complète de poils, comme suffisante pour en faire plus qu'une simple variété [1].

» Nous l'avons dénommée *Landolphia Foreti.*

» Et c'est, comme on l'a vu, par la qualité supérieure de son caoutchouc, une des espèces de *Landolphia* qu'il y aurait lieu d'entretenir et même de cultiver dans nos colonies africaines. Peut-être, du reste, aurons-nous occasion de revenir sur ce point, des semis ayant été faits en Guinée française avec quelques graines que le Musée colonial a pu donner. »

---

[1] Il n'y a pas lieu, du reste, de s'étonner que deux espèces portent le même nom indigène; le terme de *N'djembo* nous semblait employé par les noirs pour désigner, d'une manière générale, les *Landolphia* qui donnent de bons caoutchoucs. C'est d'un *N'dembo* que M. A. Girard a retiré autrefois la *dambonite* que nous avons retrouvée dans un autre *Landolphia,* l'*Okouendé n'gowa.*

BOTANIQUE. — *Nouvelle bouillie contre le Mildiou et le Black Rot.* Note de M. GASTON LAVERGNE, présentée par M. Guignard.

« Quelques praticiens avaient déjà proposé d'ajouter, dans la composition des bouillies cupriques à base de chaux (bouillie bordelaise) et de soude (bouillie bourguignonne), une certaine quantité de savon de Marseille; ils affirmaient avoir obtenu ainsi une adhérence plus grande et une distribution plus complète sur les organes végétaux : on sait, en effet, que les mixtures cupriques ordinaires mouillent difficilement les parties cotonneuses des feuilles et des rameaux de certains cépages.

» J'avais expérimenté cette modification en 1896 sans pouvoir attribuer une efficacité plus grande contre les Cryptogames aux bouillies savonneuses comparées aux autres.

» Cette année, j'ai compris au programme des essais officiels que je dirige sur le domaine du Mirail, près Mézin (Lot-et-Garonne), chez M. Faulon, une bouillie composée simplement de sulfate de cuivre, de savon et d'eau.

» Je m'empresse d'ajouter que *jusqu'à présent* elle m'a donné des résultats excellents, indéniables, en ce qu'elle a protégé admirablement les feuilles et les autres organes verts de la Vigne dans un milieu des plus infestés par le Black Rot et le Mildiou.

» Mais la formule du remède nouveau que je propose aux essais des viticulteurs et dont j'ai fait déjà trois applications, deux en mai, une en juin :

Sulfate de cuivre	500^{gr}
Savon vert ou noir ([1]).........	1000^{gr}
Eau.........................	100^{lit}

» On fait dissoudre le sel de cuivre dans quelques litres d'eau; d'autre part, on incorpore de l'eau (tiède de préférence) au savon, *par petites quantités à la fois*, en s'aidant d'une spatule de bois; la pâte, d'abord très

---

([1]) J'ai employé non pas le savon de Marseille à base de soude et d'huiles, mais le savon noir ou vert qui est préparé avec la potasse caustique liquide et l'huile de colza, de navette, de chènevis, ...; le produit se trouve dans le commerce sous forme de pâte épaisse, il offre sur le savon de Marseille le double avantage d'être meilleur marché et de se dissoudre plus facilement. G. L.

épaisse, devient de plus en plus fluide et, en peu de temps, la dissolution est complète; on la verse alors *peu à peu* dans la liqueur cuivreuse en agitant constamment le mélange avec un petit balai, puis on complète l'hectolitre avec de l'eau.

» La bouillie ainsi obtenue est d'un beau vert; tamisée à travers le filtre qui accompagne tout pulvérisateur, elle se répand très bien.

» Il n'est pas inutile d'ajouter que son prix de revient ne dépasse pas soixante centimes l'hectolitre, ce qui constituerait déjà, à activité égale, sur les anciennes bouillies à 3 pour 100 de sel de cuivre, une économie des deux tiers environ.

» On ne saurait préjuger en rien des résultats finaux; les grappes commencent seulement à être attaquées, ce n'est qu'aux vendanges qu'il sera possible de donner des conclusions définitives. J'aurai l'honneur de les soumettre alors, quelles qu'elles soient, à l'examen de l'Académie des Sciences. »

GÉOLOGIE COMPARÉE. — *Observation sur une météorite française dont la chute, survenue à Clohars en* 1822, *est restée inaperçue*. Note de M. **Stanislas Meunier**.

« Je viens d'acquérir, pour les collections du Muséum, un très petit fragment de météorite accompagné d'une petite étiquette à moitié effacée sur laquelle on déchiffre : *Aérolithe tombé dans la commune de Clohars-Fouesnon le* 21 *juin; donné par M. Bezier* (?).

« Bien que mes efforts soient restés infructueux pour trouver quelque document relatif à cette chute, qui a passé inaperçue, sa réalité n'en reste pas moins établie. Il se trouve en effet que l'échantillon, dont la nature météoritique ne peut d'ailleurs pas être contestée, appartient à un type lithologique très rare et qui ne peut être confondu avec aucun autre.

» Ce type, c'est la *Parnallite*, représentée dans la collection du Muséum par dix chutes seulement, dont aucune n'est française et qu'il est intéressant d'énumérer. Ce sont celles de :

» 1° Sigéna (Aragon, Espagne), le 17 novembre 1773;

» 2° Serès (Macédoine), le 18 juin 1818;

» 3° Mezo-Madaras (Transylvanie), le 4 septembre 1852;

» 4° Bremerworde (Hanovre), le 13 mai 1855;

» 5° Trenzano (Lombardie), le 12 novembre 1856;

» 6° Parnallée (Indes anglaises), le 28 février 1857;

» 7° Salt-Lake-City (États-Unis), *trouvée* en 1869;

» 8° Cynthiana (États-Unis), le 23 janvier 1877;

» 9° Ile de Tysne (Norwège), le 20 mai 1884;

» 10° Bishumpur (Indes anglaises), le 26 avril 1895.

» On retrouve, dans la météorite de Clohars, que j'ai examinée non seulement macroscopiquement, mais encore en lames minces au microscope, tous les caractères de la Parnallite, et l'on est même frappé de sa ressemblance avec le fragment provenant de Mezo-Madaras. On peut dire que cette ressemblance deviendrait l'identité, si la pierre bretonne n'était un peu altérée et rendue rougeâtre par une légère imprégnation ocreuse. »

PHYSIOLOGIE. — *Les nerfs du cœur et la glande thyroïde.* Note de M. E. DE CYON.

« Dans un Mémoire communiqué, en 1870, à l'Académie des Sciences de Saint-Pétersbourg, sur le nerf dépresseur du cheval, j'avais attiré l'attention sur une troisième racine de ce nerf, qui forme anastomose avec le ganglion cervical supérieur (¹).

» Je me proposais alors d'examiner la destination physiologique de cette racine et d'étudier également, à cette occasion, le rôle d'une autre racine du même nerf qui provient du nerf laryngé supérieur. Je viens tout récemment d'entreprendre cette étude par une série d'expériences faites sur le lapin, le chien et le cheval, dont voici les principaux résultats acquis :

» 1. L'excitation de la troisième racine du nerf dépresseur qui communique avec le ganglion cervical supérieur provoque une diminution de la pression artérielle, *accompagnée, le plus souvent, d'une accélération des battements du cœur,* surtout *si les deux pneumogastriques* sont préalablement sectionnés. En même temps, se produit un léger mais persistant rétrécissement des deux pupilles.

» 2. La racine du nerf dépresseur qui provient du laryngé supérieur (la plus forte chez les lapins) sert à mettre le cœur en communication directe avec la glande thyroïde et permet au cœur d'intervenir dans le fonctionnement de cette glande. Très probablement, les filets cardiaques du laryngé inférieur ont la même destination physiologique.

(¹) Voir mes *Gesammelte physiologische Arbeiten*, p. 127; Berlin, 1888.

» 3. L'iodothyrine de Baumann, introduite dans la circulation du sang, exerce une action prononcée sur les nerfs du cœur et des vaisseaux, et particulièrement sur le fonctionnement des nerfs dépresseurs.

» Dans certaines phases de cette action, l'excitation du nerf dépresseur provoque parfois une si forte baisse de la pression sanguine que l'animal succombe par l'impossibilité pour le cœur de faire remonter cette pression.

» En résumé, mes nouvelles recherches démontrent l'existence, dans le nerf dépresseur, en dehors des fibres nerveuses centripètes déjà connues, encore d'autres susceptibles d'agir par voie réflexe sur les nerfs accélérateurs et l'appareil oculomoteur, et par voie directe sur les glandes thyroïdiennes. *Cette diversité de fonctions physiologiques du nerf dépresseur, ainsi que l'influence réciproque que le cœur et la glande thyroïdienne peuvent exercer l'un sur l'autre par l'intermédiaire de ce nerf, permettent d'expliquer les principaux symptômes de la maladie de Basedow,* le goître, l'exophtalmie, les symptômes du côté du cœur ainsi que la diarrhée persistante (paralysie des nerfs splanchniques), par les diverses actions qu'exerce le dépresseur sur le système du grand sympathique.

» Dans bien d'autres affections de la glande thyroïde, dont l'origine peut être attribuée principalement au surmenage du cœur, les désordres dans le fonctionnement du nerf dépresseur doivent jouer un rôle prépondérant.

» Je reviendrai plus longuement sur ces questions pleines d'intérêt dans l'exposé détaillé de mes recherches.

» Mes expériences ont été exécutées dans le laboratoire de Physiologie du professeur Kronecker, à Berne; celles faites sur le cheval, dans l'école vétérinaire de cette ville, dirigée par M. Berdez. »

ANATOMIE. — *Recherches sur les Ostioles des muqueuses.* Note de M. **J.-J. Andeer**. (Extrait.)

« Les observations qui ont été insérées dans les *Comptes rendus* du 15 mars et du 8 juin étaient relatives aux Ostioles des séreuses, c'est-à-dire du péritoine, et des différentes plèvres de la cavité thoracique. A mesure que mes recherches spéciales à cet appareil me conduisirent à pénétrer plus profondément dans ces régions nouvelles, j'ai été amené à examiner si les différentes muqueuses possédaient, comme les membranes séreuses, l'appareil ostiolique?

» Après avoir passé en revue au microscope tout le trajet muqueux,

soit sensoriel, soit digestif, soit respiratoire, soit génito-urinaire, j'ai été conduit à conclure que les Ostioles se retrouvent partout sans exception.

» Elles ont toutes la forme précédemment décrite, et il est certain qu'une des fonctions du liquide ostiolique est d'accroître la liquidité de la sécrétion des glandes mucipares et de rendre ainsi plus doux les frottements des différentes muqueuses.

» En suivant l'ordre des premières observations sur les Ostioles, on peut affirmer que partout où il existe une muqueuse on rencontre les Ostioles, soit à la tête, soit sur le trajet gastro-intestinal d'une extrémité à l'autre, soit sur le trajet respiratoire depuis le nez jusqu'à l'alvéole terminale, soit dans le trajet génito-urinaire, où elles sont le plus abondamment réparties, soit sur les trajets biliaire, glandulaire, etc.

» Je commencerai par la muqueuse des organes sensoriels et je décrirai mes plus récentes observations en suivant toujours la méthode qui consiste à donner d'abord les aperçus généraux et à les faire suivre des travaux spéciaux relatifs à chacun des organes.

» On remarque dans les muqueuses de l'œil une grande richesse d'Ostioles qui lubréfient le frottement et les diverses rotations du globe oculaire. Les conjonctives, les paupières, même la troisième ou nictitans et la caroncule, sont particulièrement dotées de l'appareil ostiolique.

» De l'œil, les muqueuses du canal et du sac lacrymal se continuent en portant toujours des Ostioles qui se poursuivent dans les narines, dans la trompe d'Eustache, dans la cavité tympanique et dans l'oreille interne, surtout pour sécréter l'endo- et périlymphe de l'appareil terminal acoustique.

» Pour empêcher la dessiccation les Ostioles se rencontrent dans toutes les cavités tapissées de muqueuses, depuis les plus petites, comme celles du processus mastoïdien, jusqu'aux plus grandes, comme celles des sinus maxillaire, ethmoïdal, frontaux, etc.

» Je les ai observés encore sur toute la muqueuse buccale, et même linguale, pharyngienne, comme aussi dans leurs grands et petits recessus et plis; elles se présentent en abondance aux amygdales, à la luette et aux arcs pharyngo-palatinaux, qui sont exposés à des mouvements si fréquents, et qui semblent demander au corps mucosique une aussi grande richesse d'Ostioles qu'aux parties génitales les plus exposées aux frottements.

» Les histologistes les plus récents ont vu, sous leur microscope, sortir de ces organes, par exemple des amygdales, qu'ils ont prises pour une sorte de *glande lymphatique*, des corpuscules lymphoïdes et même de véri-

tables leucocytes, mais ils n'ont pas soupçonné que cette ex- ou transsudation n'était possible qu'à travers les Ostioles de la muqueuse amygdalienne. Ils confirmeront, j'espère, mes assertions lorsqu'ils auront observé à leur tour les Ostioles *in loco* avec leurs sécrétions normales et anormales.

» Et, à ce propos, je crois devoir faire remarquer à ceux qui s'intéressent à ces études qu'il faut absolument commencer par observer les Ostioles des séreuses avant d'aborder l'examen des mêmes appareils dans les muqueuses où, sans une préparation convenable, il est si facile de faire confusion et de ne pas distinguer les Ostioles des microcryptes ou des orifices multiples appartenant aux diverses glandes, contenues dans la membrane muqueuse étudiée.

» Et ces Ostioles parcourent sans interruption tout l'arbre respiratoire jusqu'à la simple vésicule terminale, où on les observe encore çà et là dans la lame endothélique, entre les cellules endothéliales de cette vésicule élémentaire terminale.

» Et ces Ostioles interendothéliques du poumon entrent en combinaison avec les Ostioles de la plèvre et du péritoine pour former une circulation microlymphatique dans un appareil clos analogue à la circulation de l'eau dans un thermo-siphon.

» A partir de la cavité pharyngienne les Ostioles se montrent sur la lame muqueuse de l'œsophage et se poursuivent jusqu'à celle du rectum toujours de la même façon, dans toutes les ramifications possibles jusque dans les muqueuses capillaires des glandes salivaires, et des autres fonctions, du canal et de la vessie biliaires, du canal et des canalicules du pancréas, etc.

» Comme pour la séreuse il en est de même pour les macro- et micro-muqueuses des organes génito-urinaires et jusqu'à leur terminaison élémentaire, de sorte qu'une description ostiolique plus détaillée des organes de ces systèmes serait superflue. Je préfère ajouter d'autres observations sur la combinaison des Ostioles séreuses avec les Ostioles muqueuses.

» Ce sont les Ostioles qui, par leur système lymphatique clos, communiquent entre elles et relient ainsi la muqueuse avec la séreuse en restant toujours en action réciproque ou alternante selon le besoin. Les unes par exemple, celles de la muqueuse, reçoivent les liquides (absorption); les autres les dépensent (sécrétion) ou inversement selon que la fonction est normale ou que l'on est en présence d'un cas pathologique ou expérimental inverse. Ce sont ces Ostioles qui, par leur énorme quantité et leur qualité de voies préformées, ont pour but de conserver l'équilibre entre la quantité normale du liquide blanc ou lymphatique pour les différentes fonctions de

ces deux membranes ou lames végétatives, et leurs microappareils intermédiaires automatiques.

» Il suffira de donner des dessins schématiques pour démontrer la combinaison des Ostioles séreuses avec les Ostioles muqueuses. Pour

Dessins typiques de l'appareil ostéolique schématique.
Communications des Endostioles et Exostioles ou des Ostioles séreuses et muqueuses.

Fig. 1.

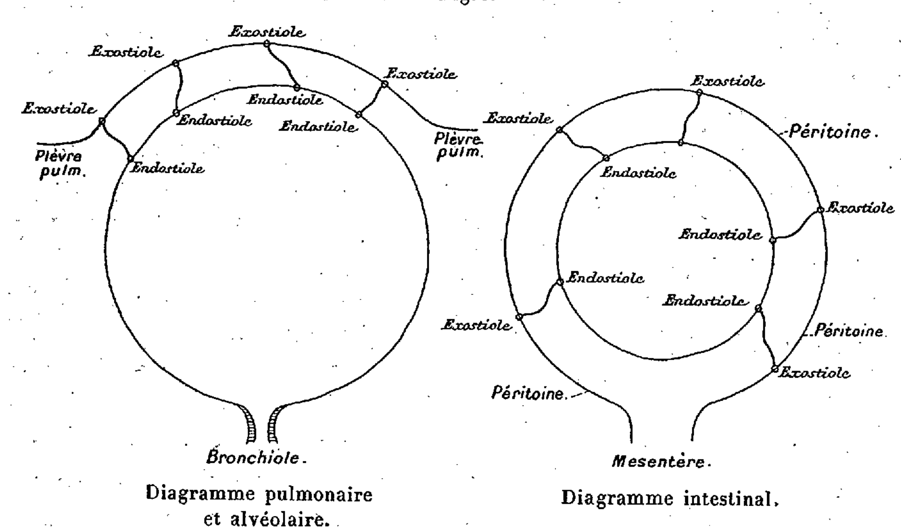
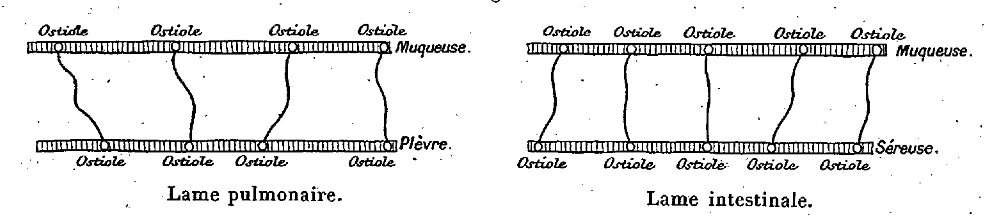


Diagramme pulmonaire et alvéolaire.

Diagramme intestinal.

Fig. 2.



Lame pulmonaire.

Lame intestinale.

donner les exemples les plus typiques pour n'importe quel tube ou membrane séreuse et muqueuse, il est préférable de prendre une coupe verticale (transversale) de l'unité pulmonaire, c'est-à-dire de l'alvéole ou vésicule terminale, et une coupe verticale du tube digestif. De chacun on donne, sous les formes (I), forme naturelle ou sphérique pour l'alvéole pulmonaire, qui sera ensuite montrée en forme de lame rectiligne (II), et forme cylindrique pour le tube digestif aussi en lame déroulée ou repassée. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Effets d'une grêle.* Extrait d'une Lettre de M. **A. Forel**, présentée par M. Mascart.

« ... Le 2 juin de cette année, une grosse grêle est tombée sur notre ville. Nombre de vitres ont été cassées; j'ai compté jusqu'à 55 trous dans les vitrages de mon jardin, dont les grêlons, fort gros, jusqu'à 5^{cm} à 6^{cm}, avaient une grande force de projection. J'ai trouvé, dans la serre d'un de mes voisins, une vitre de verre de $2^{mm},5$ d'épaisseur, percée d'un trou rond, presque régulier, de $5^{cm},5$ de diamètre : un vrai trou de balle. Or, ce trou présente, sur son bord inférieur (le trou de sortie du projectile), le même adoucissement de l'angle vif qu'a signalé M. Teisserenc de Bort ; il semble qu'il aurait été passé à la flamme du chalumeau.

» J'ai retrouvé ce même caractère d'émoussement de l'angle du verre sur un trou plus irrégulier de la marquise de ma maison, puis sur plusieurs morceaux de verre, dans le tas de débris provenant des dégâts de l'orage. Le bord du verre cassé est parfaitement mousse, et l'on peut y passer le doigt sans risquer une coupure.

» Ne pouvant, dans les circonstances de l'accident, trouver une cause d'élévation de température qui aurait amené la fusion locale du verre, j'ai étudié la cassure elle-même à la loupe d'abord, et je n'y ai pas vu traces de fusion de masse vitreuse; puis, tout simplement à l'œil nu, et j'ai constaté que, partout où le bord du verre présente ce caractère d'émoussement du bord tranchant, il y a une cassure typique. Une écaille de 1^{cm} et plus de largeur intéresse la table inférieure du verre.

» Toutes les vitres où j'ai trouvé cette coupure caractéristique sont en *verre double* (de 2^{mm} à 3^{mm}); les verres plus minces avaient tous la cassure ordinaire à angles vifs et coupants.

» Cet orage de Morges du 2 juin nous a offert plusieurs particularités intéressantes, entre autres :

» *a.* Grande durée de la chute de grêle. Sur une maison la grêle peu serrée a duré plus de dix minutes.

» *b.* Énorme dégagement d'électricité; éclairs continus, plus d'un éclair par seconde, mais sans tonnerre. Les éclats du tonnerre, très déchirants avant l'orage de grêle, très serrés et très bruyants après le passage de la colonne de grêle, avaient entièrement cessé pendant que les éclairs continus embrasaient le ciel au-dessus de ma tête.

» *c*. Grosseur considérable des grêlons, jusqu'à la grosseur d'un petit œuf de poule.

» *d*. Forme extraordinaire de quelques grêlons. Tandis que la grande généralité avaient la forme typique de plaques ovales, aplaties, à noyau central opaque ou translucide, entouré de couches concentriques alternativement translucides et opaques, à bords mammelonnés, j'en ai vu quelques-uns composés d'un véritable agrégat de glaçons soudés ensemble par un ciment de glace. Ce ciment avait la même consistance que les glaçons; mis dans l'eau tiède il ne s'est pas fondu plus vite que les glaçons qu'il soudait entre eux. »

M. Lheureux adresse une Note relative au mouvement d'une circonférence qui roule sur un plan.

A 4 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures trois quarts. M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 21 juin 1897.

(*Suite.*)

Description de la Mandchourie, avec une Carte. T. I et II. Saint-Pétersbourg, 1897; 2 vol. in-8°. (Présentés par M. J. Bertrand. Offerts par M. Vénukof.)

Twelfth and thirteenth annuals reports of the bureau of animal industry. 1895-1896. Washington, government printing office, 1897; 1 vol. in-8°.

Philosophy of phenomena, by George M. Ramsay, M. D. Boston, Banner of light publishing Co, 1897; 1 vol. in-8°.

Nova acta regiæ Societatis Scientiarum upsaliensis. Vol. XVII, fasc. I, 1896. Upsaliæ, Excudit Ed. Berling, 1896; 1 vol. in-4°.

Waters Within the earth and Laws of Rainflow, by W. S. Auchincloss, C. E. Philadelphia, Copyright W. S. Auchincloss, 1897; 1 broch. in-8°.

Atlas geologiczny galicyi, Prof. A. M. Lomnicki. Krakow, 1895, 2 broch. in-8°.

Ouvrages reçus dans la séance du 28 juin 1897.

Bulletin de la Societé philomathique de Paris. 8e série. T. VIII. 1895-1896. Paris, Société philomathique, 1896. 1 vol. in-8°.

Annales du Commerce extérieur. Année 1897. 5e fasc. Paris, Imprimerie nationale, 1897; 1 vol. in-4°.

Les procès du Bec Auer, jugements et arrêts. Paris, Journal *la Loi*, 1897; 1 vol. in-8°.

Travaux du laboratoire de Léon Frédéricq. T. V. 1893-1895. Liège, H. Vaillant-Carmanne, 1896; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

Bulletin de la Société belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie. T. IX et X. Bruxelles, Polleunis et Ceuterick, 1895-1896; 2 vol. in-8°.

La alquimia en España, par D. José Ramon de Luanco. T. I et II. Barcelona, imprenta de Fidel Giro, 1889; 2 vol. in-8°. (Présentés par M. de Lacaze-Duthiers.)

Acta et commentationes imp. universitatis jurievensis. 1897; 4 vol. in-8°.

Regenwaarnemingen in Nederlandsch-Indië, 1895. Batavia, Landsdruckkerij, 1896; 1 vol in-8°.

Observations made at the magnetical and meteorological observatory at Batavia. Vol. XVIII. 1895. Batavia, printed at the Government printing Office, 1896; 1 vol. in-4°.

ERRATA.

(Séance du 21 juin 1897.)

Note de M. *A. Hollard*, Analyse des bronzes et des laitons par voie électrolytique :

Page 1452, lignes 29, 30 et 31, *au lieu de*

Pour	1^{gr} d'alliage,	20^{cc} d'acide nitrique à 36°B. et	6^{cc} d'acide sulfurique concentré,	
»	2^{gr} »	21^{cc}	»	
»	10^{gr} »	30^{cc}	»	

lisez

Pour	1^{gr} d'alliage,	20^{cc} d'acide nitrique à 36°B. et	6^{cc} d'acide sulfurique concentré,
»	2^{gr} »	21^{cc}	8^{cc}
»	10^{gr} »	30^{cc}	20^{cc}

FIN DU TOME CENT VINGT-QUATRIÈME.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

TABLES ALPHABÉTIQUES.

JANVIER — JUIN 1897.

TABLE DES MATIÈRES DU TOME CXXIV.

A

C

D

E

F

H

I

L

M

N

O

P

R

S

T

U

V

Z

TABLE DES AUTEURS.

A

B

C

D

E

F

G

H

J

K

L

M

N

O

P

Q

R

S

T

U

V

W

Z

GAUTHIER-VILLARS ET FILS. IMPRIMEURS-LIBRAIRES DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.
24244 Paris. — Quai des Grands-Augustins, 55.